

**Centre National de la
Recherche Scientifique et
Technologique (CNRST)**

**Centre de Coopération
Internationale en Recherche
Agronomique pour le
Développement (CIRAD)**

Coopération Française

Institut National de
l'Environnement et de
Recherches Agricoles
(INERA)

CIRAD-Forêt

Mission de Coopération
et d'Action Culturelle

BP 7192 Ouagadougou
BURKINA FASO

BP596 Ouagadougou
BURKINA FASO

BP510 Ouagadougou
BURKINA FASO

Tél : (226) 34 02 69/70
Fax : (226) 34 02 27

Tél : (226) 30 70 70
Fax : (226) 30 76 17

Tél : (226) 34 67 70/72

**RAPPORT D'ACTIVITE
Juin 1998- Juin 1999**

PROJET FAC N° 94/CD/78/BKA VOLET 1 :

« AMELIORATION GENETIQUE DES LIGNEUX SOUDANO-SAHELIENS »

**CAO Tuong Vi
SANOU Josias
SOME DAO Madjelia
DIALLO Boukary Ousmane**

Juillet 1999

**Centre National de la
Recherche Scientifique et
Technologique (CNRST)**

Institut National de
l'Environnement et de
Recherches Agricoles
(INERA)

BP 7192 Ouagadougou
BURKINA FASO

Tél : (226) 34 02 69/70
Fax : (226) 34 02 27

**Centre de Coopération
Internationale en Recherche
Agronomique pour le
Développement (CIRAD)**

CIRAD-Forêt

BP596 Ouagadougou
BURKINA FASO

Tél : (226) 30 70 70
Fax : (226) 30 76 17

Coopération Française

Mission de Coopération
et d'Action Culturelle

BP510 Ouagadougou
BURKINA FASO

Tél : (226) 34 67 70/72

**RAPPORT D'ACTIVITE
Juin 1998- Juin 1999**

PROJET FAC N° 94/CD/78/BKA VOLET 1 :

« AMELIORATION GENETIQUE DES LIGNEUX SOUDANO-SAHELIENS »

**CAO Tuong Vi
SANOU Josias
SOME DAO Madjelia
DIALLO Boukary Ousmane**

Juillet 1999

Table des matières

Introduction.	2
1. Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina.	4
1.1. Objectifs généraux.	4
1.2. Sites et matériel végétal.	4
1.3. Gestion des dispositifs expérimentaux.	4
1.3.1. Entretien des parcelles	4
1.3.2. Inventaire des dispositifs.	5
1.4. Etat d'avancement sur trois espèces.	5
1.4.1. <i>Acacia senegal</i>	5
1.4.1.1. Matériel et méthodes.	5
1.4.1.2. Résultats et discussion.	6
1.4.1.2.1. Taux de survie.	6
1.4.1.2.2. Vigueur de croissance.	6
1.4.1.3. Conclusion.	8
1.4.2. <i>Acacia nilotica</i>	9
1.4.2.1. Matériel et méthodes.	9
1.4.2.2. Résultats et discussion.	10
1.4.2.2.1. Taux de survie.	10
1.4.2.2.2. Analyse des sources de la variation.	10
1.4.2.2.3. Classement des provenances.	11
1.4.2.2.4. Relations entre caractères.	13
1.4.2.3. Conclusion.	13
1.4.3. <i>Ziziphus mauritiana</i>	14
1.4.3.1. Matériel végétal et dispositif statistique.	14
1.4.3.2. Protocole de mesure et méthode statistique.	14
1.4.3.3. Résultats et discussion.	15
1.4.3.3.1. Taux de survie dans les deux stations.	15
1.4.3.3.2. Analyse des sources de la variation dans les deux stations.	16
1.4.3.4. Conclusion.	17
2. Suivis phénologiques des espèces locales.	20
2.1. Objectifs généraux.	20
2.2. Sites et matériel végétal.	20
2.3. Etat d'avancement des travaux.	20
2.3.1. Résultats préliminaires sur la phénologie de <i>Ziziphus mauritiana</i>	21
2.3.1.1. Protocole des suivis phénologiques.	21
2.3.1.2. Méthodes statistiques.	21
2.3.1.3. Résultats et discussion.	22
2.3.1.3.1. Sources de la variation.	22
2.3.1.3.2. Courbes phénologiques des provenances dans les deux stations.	23
2.3.1.4. Conclusion.	28
3. Architecture de l'arbre sur trois espèces modèles.	32
3.1. Objectifs généraux :	32
3.2. Site et matériel végétal :	32
3.3. Etat d'avancement des activités :	32

3.3.1. Etudes de quelques caractères architecturaux chez <i>Ziziphus mauritiana</i>	33
3.3.1.1. Matériel et méthodes.....	33
3.3.1.2. Résultats et discussion.....	33
3.3.1.2.1. Morphologie de l'arbre à Gonsé et à Djibo.....	33
3.3.1.2.2. Dimensions des feuilles à Gonsé.....	34
3.3.1.3. Conclusion.....	35
3.3.2. Architecture du baobab.....	35
3.3.2.1. Matériel et méthodes.....	35
3.3.2.1.1. Matériel végétal et dispositif statistique.....	35
3.3.2.1.2. Protocole de mesure.....	35
3.3.2.1.3. Méthodes statistiques.....	36
3.3.2.2. Résultats et discussion.....	38
3.3.2.2.1. Taux de survie.....	38
3.3.2.2.2. Conséquence de la mortalité sur le choix de l'échantillon.....	38
3.3.2.2.3. Les mensurations.....	39
3.3.2.2.4. Etude du système de ramifications.....	40
3.3.2.3. Conclusion/perspectives.....	44
4. Evaluation de la production des espèces locales.....	45
4.1. Objectifs généraux.....	45
4.2. Sites et matériel végétal.....	45
4.3. Etat d'avancement des activités sur trois espèces.....	45
4.3.1. <i>Sclerocarya birrea</i>	45
4.3.2. <i>Acacia senegal</i>	46
4.3.2.1. Objectifs de l'étude.....	46
4.3.2.2. Matériel végétal.....	46
4.3.2.3. Protocole de saignée.....	46
4.3.2.4. Résultats et discussion.....	47
4.3.2.5. Conclusion.....	48
4.3.3. <i>Ziziphus mauritiana</i>	49
4.3.3.1. Matériel végétal et dispositifs statistiques.....	49
4.3.3.2. Protocole d'évaluation de la production et méthode statistique.....	49
4.3.3.3. Résultats et discussion.....	49
4.3.3.4. Conclusion.....	52
5. Conservation des ressources génétiques.....	53
5.1. Description des dispositifs.....	53
5.2. La sélection d'arbres « plus ».....	53
5.3. La récolte de semences.....	55
5.4. Conclusion.....	57
6. Formation et animation scientifique.....	61
6.1. Formation des chercheurs en Système de Gestion de Bases de Données.....	61
6.2. Appui en génétique forestière par le CIRAD-forêt.....	61
6.2.1. Recommandations concernant les dispositifs expérimentaux.....	61
6.2.2. Recommandations concernant le laboratoire de biologie moléculaire.....	62
6.2.3. Recommandations sur les synthèses de connaissances des espèces.....	63
6.2.4. Perspectives pour la suite du projet FAC 94/CD/78/BKA.....	63
6.3. Animation intra-département IN.E.R.A./DPF.....	63

7. Activités autres.....	64
7.1. Création de la base de données Amélioration Génétique des Ligneux.....	64
7.1.1. Description de la base.....	64
7.1.2. Etat d'avancement de la base de données.....	65
7.2. Réorganisation des activités en Amélioration Génétique des Ligneux.....	69
7.2.1. Les activités envisagées.....	69
7.2.1.1. Introduction de matériel végétal et vulgarisation de matériel amélioré....	69
7.2.1.2. Etude de la diversité génétique et gestion durable des ressources génétiques.....	69
7.2.1.3. Organisation des ressources humaines et des thèmes de recherche.....	70
7.2.2. Besoins en ressources humaines, en formation et en recrutement.....	70
7.2.2.1. Besoins en ressources humaines :	70
7.2.2.2. Besoins en formation et en recrutement.....	71
8. Ressources humaines et matérielles.....	71
8.1. Ressources humaines.....	71
8.1.1. Personnel permanent sur Budget National.....	71
8.1.2. Personnel contractuel sur la Convention FAC.....	71
8.1.3. Personnel permanent basé en station.....	72
8.2. Moyens matériels.....	72
8.2.1. Les véhicules.....	72
8.2.2. L'équipement informatique.....	72
9. Budget prévisionnel de la prochaine tranche.....	73
Conclusion et perspectives.....	74
Bibliographie	76

Liste des tableaux

Tableau 1 : Entretien des parcelles	5
Tableau 2 : Liste des provenances d' <i>Acacia senegal</i> testées à Djibo.....	6
Tableau 3 : Taux de survie dans l'essai comparatif de provenances d' <i>Acacia senegal</i> à Djibo.	6
Tableau 4 : Analyse des sources de la variation de la croissance chez <i>Acacia senegal</i> à Djibo.	7
Tableau 5 : Classement des provenances d' <i>Acacia senegal</i> sur la base du test de comparaison des moyennes de Duncan.	8
Tableau 6 : Corrélations phénotypiques entre les différentes variables de croissance.	8
Tableau 7 : Liste des provenances d' <i>Acacia nilotica</i> et apparentés testées à Djibo.....	9
Tableau 8 : Le taux de survie des provenances d' <i>Acacia nilotica</i> et apparentés à Djibo.	10
Tableau 9 : Analyse des sources de la variation à Djibo de la croissance chez <i>Acacia nilotica</i> et apparentés.	11
Tableau 10 : Classement des provenances d' <i>Acacia nilotica</i> et apparentés pour la hauteur totale sur la base du test de Duncan.	12
Tableau 11 : Classement des provenances d' <i>Acacia nilotica</i> et apparentés pour le diamètre au collet sur la base du test de Duncan.	12
Tableau 12 : Classement des provenances d' <i>Acacia nilotica</i> et apparentés pour le diamètre de houppier sur la base du test de Duncan.	12
Tableau 13 : Corrélations génotypiques (sur la diagonale) et phénotypiques (sous la diagonale) entre caractères chez <i>Acacia nilotica</i> et apparentés à Djibo.....	13
Tableau 14 : Liste des provenances de <i>Ziziphus mauritiana</i> testées à Gonsé et à Djibo.....	14
Tableau 15 : Evolution du taux de survie des provenances de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Gonsé.	15
Tableau 16 : Evolution du taux de survie des provenances de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Djibo.	15
Tableau 17 : Sources de la variation de la croissance chez <i>Ziziphus mauritiana</i> à Gonsé et à Djibo.	16
Tableau 18 : Comparaison de la hauteur de quatre provenances de <i>Ziziphus mauritiana</i> communes à Gonsé et à Djibo.....	17
Tableau 19 : Sources de la variation pour les caractères phénologiques à Gonsé et à Djibo chez <i>Ziziphus mauritiana</i>	23
Tableau 20 : Sources de la variation pour les caractères morphologiques de l'arbre à Gonsé et Djibo et les dimensions des feuilles à Gonsé chez <i>Ziziphus mauritiana</i>	34
Tableau 21 : Classement des provenances sur la base du test de Duncan.	34
Tableau 22 : Liste des provenances d' <i>Adansonia digitata</i> testées à Djibo.....	35
Tableau 23 : Taux de survie en janvier 1993 et en novembre 1998 chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.	38
Tableau 24 : Effectifs d'arbres choisis par grand bloc et par provenance.....	39
Tableau 25 : Sources de la variation des variables générales selon le modèle (1) chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.	39
Tableau 26 : Mensurations moyennes (ajustées), minimales et maximales des provenances d' <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.	39
Tableau 27 : Nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et tertiaires par tronc en fonction des provenances d' <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.....	40
Tableau 28 : Sources de la variation des caractéristiques architecturaux chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.....	41
Tableau 29 : Moyennes ajustées des provenances d' <i>Adansonia digitata</i> pour les variables d'architecture les plus discriminantes à Djibo.	41
Tableau 30 : Structure des corrélations phénotypiques (dessus) et résiduelles (dessous) entre les variables d'architecture chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.....	42
Tableau 31 : Structure des corrélations phénotypiques (dessus) et résiduelles (dessous) entre les variables d'architecture chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.....	43
Tableau 32 : Structure des corrélations canoniques entre les axes et les variables d'architecture chez <i>Adansonia digitata</i> à Djibo.	43

Tableau 33 : Les coordonnées des provenances sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle discriminante (AFD).	44
Tableau 34 : Les différentes modalités de la saignée sur un arbre	46
Tableau 35 : Production d'exsudat au niveau des entailles de la saignée en fonction des modalités de saignée.	47
Tableau 36 : Production d'exsudat au niveau des entailles de la saignée en fonction de l'âge des arbres saignés.	48
Tableau 37 : Qualité de la cicatrisation des entailles en fonction du diamètre des branches, de la longueur de saignée et de l'âge des arbres.	48
Tableau 38 : Nombre d'arbres dont la production fruitière est suffisante pour être évaluée à Gonsé et à Djibo.	49
Tableau 39 : Sources de la variation pour la production fruitière à Gonsé et à Djibo.	50
Tableau 40 : Comparaison des provenances communes aux deux stations.	51
Tableau 41 : Les caractéristiques des dispositifs.	53
Tableau 42 : Effectifs d'arbres sélectionnés dans les trois essais.	54
Tableau 43 : Liste des arbres sélectionnés et leur état de récolte.	55
Tableau 44 : Dictionnaire des données de la Base Amélioration Génétique des Ligneux Soudano-Sahéliens.	66
Tableau 45 : Etat d'avancement des tables	69
Tableau 46 : Prévisions des crédits volet 1 du projet FAC n° 94/CD/78/BKA.	73
Tableau 47 : Tableau 2 : Prévisions des dépenses du volet 1 au niveau du CNRST.	73

Liste des figures

Figure 1 :	Evolution de la croissance de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Gonsé de 1989 à 1997.	18
Figure 2 :	Evolution de la croissance de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Djibo de 1990 à 1998.	19
Figure 3 :	Evolution des stades de la floraison à Gonsé. Campagne 1998-1999.	24
Figure 4 :	Evolution des stades de la fructification à Gonsé. Campagne 1998-1999.	25
Figure 5 :	Evolution du stade fruits matures à Gonsé. Campagne 1998-1999.	26
Figure 6 :	Evolution des stades de la feuillaison à Djibo. Campagne 1998-1999.	27
Figure 7 :	Evolution des stades de la floraison à Djibo. Campagne 1998-1999.	29
Figure 8 :	Evolution des stades de la fructification à Djibo. Campagne 1998-1999.	30
Figure 9 :	Evolution du stade fruits matures à Djibo. Campagne 1998-1999.	31
Figure 10 :	Plan de l'essai comparatif de provenances chez <i>Adansonia digitata</i> (Dj8902).	37
Figure 11 :	Production fruitière de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Gonsé (campagne 1998-1999).	50
Figure 12 :	Production fruitière de <i>Ziziphus mauritiana</i> à Djibo (campagne 1998-1999).	51
Figure 13 :	Plan de l'essai de descendance DI8708 (orientation Nord-Sud).	58
Figure 14 :	Plan de l'essai de descendance DI8608 (orientation Nord-Sud).	59
Figure 15 :	Plan de l'essai de descendance DI8501 (orientation Nord-Sud).	60
Figure 16 :	Modèle conceptuel de données de la base «Amélioration Génétique des Ligneux».	65

INTRODUCTION.

La contribution de la France à la Recherche Forestière du Burkina Faso entre dans sa quatrième phase, avec l'actuel financement FAC n° 94/CD/78/BKA (comme il a été rappelé dans le précédent rapport d'activité¹). Les deux premières phases (de 1985 à 1987 puis de 1988 à 1992) ont été marquées par la mise en place de nombreux dispositifs expérimentaux, dans lesquels deux espèces, une exotique et une locale, occupent une place prédominante. Il s'agit respectivement d'*Eucalyptus camaldulensis* et de *Faidherbia albida*². La phase suivante (1993 à 1995) fut essentiellement une phase de suivi et d'entretien de ces dispositifs³. La présente phase a pour principal objectif de valoriser les résultats de cet ensemble de dispositifs, en présentant pour chaque espèce, une synthèse de toutes les données, recueillies tout au long des phases précédentes et actuelle.

En amélioration génétique, la stratégie la plus généralement préconisée et adoptée de nos jours est la sélection récurrente. Elle consiste en une succession de cycles de sélection et de croisements entre les individus sélectionnés sur un certain nombre de caractères d'intérêt. On cumule ainsi les progrès cycle après cycle (Gallais, 1989).

Dans une telle stratégie, la première étape consiste à évaluer les ressources génétiques disponibles grâce à des dispositifs expérimentaux adaptés. Dans le cas du programme national d'amélioration génétique des ligneux soudano-sahéliens, les dispositifs ont été installés dans trois stations caractérisées par des conditions écologiques contrastées et représentatives des zones écologiques du pays. Ces dispositifs permettent de comparer le comportement des matériels d'origine géographique diverse.

Les premières évaluations portaient uniquement sur la survie et la vigueur de croissance (Bastide et Diallo, 1994 a et b; Bastide, 1995). A cette étape de la sélection, ces paramètres étaient largement suffisants car, comme dans toute introduction de nouveau matériel, il s'agit d'abord de connaître l'adaptation et la vigueur de croissance des matériels introduits. Mais à l'heure actuelle, la plupart des dispositifs ont entre 7 et 14 ans et nécessitent par conséquent d'autres protocoles d'observation plus pertinents, en s'intéressant en particulier aux caractères pour lesquels les matériels ont été introduits, tels que le bois, les feuilles, les fruits ou la gomme par exemples.

Il faut également rechercher les caractères associés qui peuvent se révéler de meilleurs critères de sélection que le ou les caractères cibles eux-mêmes. En effet, les caractères cibles sont souvent des caractères dont le déterminisme génétique est extrêmement complexe, dont l'expression est trop tardive et dont l'évaluation est destructive. Dans ce cas, on doit recourir à des critères associés plus simples et moins coûteux à mesurer, aussi précoces et aussi peu destructifs que possible. Parmi les caractères associés, on peut citer ceux relatifs à la phénologie et à l'architecture.

¹ Cao T.V., Diallo B. O., Sanou J. et Somé/Dao M., 1998. Rapport d'activité de Mars 1997 à Juin 1998 du projet FAC N° 94/CD/78/BKA. Volet 1 : « Amélioration Génétique des Ligneux Soudano-Sahéliens ».

² Billand A. et Diallo B. O., 1991. Amélioration génétique des ligneux Soudano-Sahéliens . Activités 1990-1991. Stratégies et Perspectives. 197 p.

³ Bastide B., 1993, 1994, 1995. Rapports d'activité annuels.

C'est dans ce contexte de suivi de la croissance et de recherche de critères de sélection qu'ont été élaborées les quatre principales activités présentées dans ce document. La première partie s'intitulera « Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina ». La deuxième partie présentera le « Suivi phénologique des espèces locales », la troisième sera consacrée à l'« Architecture de l'arbre chez deux espèces modèles » et la quatrième à l'« Evaluation de la production des espèces locales ». L'ensemble de ces activités contribuera à la meilleure compréhension du fonctionnement de la partie aérienne des populations de plantes (qu'il s'agisse de provenances, descendances ou clones) dans les conditions écologiques du Burkina Faso. Une autre activité importante est la « Conservation des ressources génétiques ». Dans le cadre de cette activité, une récolte de semences d'*Eucalyptus camaldulensis* a été organisée en collaboration avec le CNSF. Enfin dans le cadre de la formation et de l'animation scientifique, les chercheurs ont reçu l'appui de deux chercheurs du CIRAD-Forêt, en matière de bases de données et en génétique forestière. Ces appuis leur ont permis d'une part d'élaborer la base de données Amélioration Génétique de Ligneux et d'autre part de structurer leur réflexion concernant les activités passées et présentes et initier une réflexion sur les activités futures ainsi que les besoins en formation.

Les espèces concernées sont au nombre de douze parmi lesquelles neuf sont classées prioritaires dans le Plan Stratégique ; elles sont réparties dans trois groupes d'usage, définis lors du Sixième Comité National de la Recherche Forestière, lequel s'est tenu à Ouagadougou en décembre 1989 (Billand et Diallo, 1991) :

- Groupe 1. Espèces à usages multiples (3 espèces dont 2 prioritaires),
- Groupe 2. Espèces à usages principalement alimentaires (5 espèces prioritaires),
- Groupe 3. Espèces à bois d'œuvre ou de service (4 espèces dont 2 prioritaires),

1. TESTS D'ADAPTATION AUX CONDITIONS ECOLOGIQUES DU BURKINA.

Pour répondre aux besoins croissants des populations en bois de feu et de service, il a été instauré depuis les années 1960 des tests d'adaptation permettant d'identifier des espèces ligneuses à croissance rapide. Les premiers tests ont porté sur des espèces exotiques et parmi elles, beaucoup d'*Eucalyptus ssp.* Depuis 1988, une priorité a été donnée aux espèces locales reconnues comme plus rustiques, moins agressives vis-à-vis du milieu et répondant mieux aux besoins des populations qui en connaissent les usages. Outre leur adaptation aux conditions des stations, les espèces devront être testées dans un deuxième temps en relation avec leurs objectifs d'usage (alimentaire, bois de feu ou de service et usage multiple).

1.1. Objectifs généraux.

Le premier objectif des tests est de connaître la diversité des ressources génétiques disponibles, sur un certain nombre de caractères (rusticité et vigueur de croissance) dans les différentes conditions locales du pays.

Dans un deuxième temps, il s'agit d'identifier et de sélectionner les meilleurs matériels en terme d'adaptation, de vigueur mais également de performances agronomiques.

1.2. Sites et matériel végétal.

Les activités sont menées selon les espèces, sur un ou deux des trois sites suivants qui sont représentatifs des zones climatiques du pays :

1. Forêt classée de Dindéresso dans la zone sud-soudanienne,
2. Forêt classée de Gonsé dans la zone nord-soudanienne,
3. Djibo dans la zone sahélienne.

Le matériel végétal comprend les 8 espèces suivantes : *Acacia nilotica*, *Acacia senegal*, *Adansonia digitata*, *Anogeissus leiocarpus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Khaya senegalensis*, *Sclerocarya birrea* et *Ziziphus mauritiana*. Les espèces sont installées sous forme d'essais comparatifs de provenances, de descendances séparées ou de clones. Chaque essai est muni d'un dispositif expérimental approprié pour permettre des analyses statistiques.

1.3. Gestion des dispositifs expérimentaux.

La gestion des dispositifs consiste en un entretien annuel (désherbage et pare-feu) permettant de les protéger contre les feux de brousse et de limiter la concurrence des herbacées et autres espèces adventices. Elle consiste également en un suivi régulier de tous les individus : inventaire des pieds morts et vivants.

1.3.1. Entretien des parcelles

L'entretien des parcelles a concerné 44 essais d'une superficie totale d'environ 48 ha répartis dans les trois sites. Le tableau suivant donne un aperçu des travaux d'entretien dans chacun des sites.

Tableau 1 : Entretien des parcelles

Sites	Type de travaux	Nombre de dispositifs	Superficie entretenue (ha)	Superficie totale (ha)
Dindéresso	Désherbage	26	29,27	36,54
Gonsé	Désherbage et pare-feu	13	15,75	17,65
	Eclairci	2	1,15	1,15
Djibo	Désherbage	5	2,80	2,80

1.3.2. Inventaire des dispositifs.

Un inventaire de tous les dispositifs dans les trois sites a été fait en avril et Mai 1999. Cette inventaire a fait le point de l'état des arbres dans tous les dispositifs. Il ressort de ce travail que certains dispositifs ont des effectifs d'arbres intacts très faibles. Plusieurs causes sont à l'origine de cette dégradation : les feux de brousse survenus quelques années après l'implantation des essais, la mauvaise adaptation de certaines provenances aux conditions des sites ou la coupe frauduleuse (surtout dans les parcelles d'*Eucalyptus*). En fonction du niveau de dégradation, on pourra soit poursuivre le suivi de l'essai, soit conserver la parcelle comme réserve de ressources génétiques, soit simplement abandonner le dispositif.

1.4. Etat d'avancement sur trois espèces.

Ce chapitre présente les résultats de trois espèces. Il s'agit de l'*Acacia senegal*, l'*Acacia nilotica* et le *Ziziphus mauritiana*. Pour chacune, ce sont le taux de survie et la vigueur de croissance des provenances qui sont concernées. Quant aux autres espèces (*Adansonia digitata*, *Anogeissus leiocarpus*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Khaya senegalensis* et *Sclerocarya birrea*), les analyses sont en cours.

1.4.1. *Acacia senegal*.

Acacia senegal est une espèce à usages multiples dont le principal intérêt est sa production de gomme. Comme usages secondaires, on peut citer la production de fourrage et de bois. C'est une espèce qui présente un grand intérêt économique dans la zone sahélienne à l'heure actuelle.

1.4.1.1. Matériel et méthodes.

Un essai comparatif de provenances (Dj8801) a été mis en place en 1988 à la station de Djibo. Il s'agit d'un dispositif en blocs complets randomisés avec 72 répétitions et avec des parcelles unitaires monoarbres de taille 4 m x 4 m. Six provenances sont comparées dans l'essai (Tableau 2).

Les observations portent sur la mortalité et la vigueur de croissance des provenances. La vigueur de croissance est estimée par les mesures de la hauteur totale (en cm) et du diamètre au collet (en mm).

Tableau 2 : Liste des provenances d'*Acacia senegal* testées à Djibo.

N°	Pays d'origine	Provenance
1	Inde	85/4784N
2	Niger	87/7490N
3	Soudan	85/4786N
4	Soudan	87/4787
5	Mali	87/7496N
6	Burkina	Lac Dem(CNSF 309)

1.4.1.2. Résultats et discussion.

1.4.1.2.1. Taux de survie.

L'inventaire des arbres vivants dans l'essai Dj8801 montre que 10 ans après la plantation, plus de 50% des arbres sont vivants. Les provenances du Niger, du Mali et du Soudan ont les meilleurs taux de survie, de plus de 60% (Tableau 3). La provenance Lac Dem du Burkina a un taux en dessous de 50% ; ce qui pourrait s'expliquer par le fait que la provenance provient d'un milieu beaucoup plus humide (bordure de lac). La provenance de l'Inde a presque disparu de l'essai, seulement 14% des arbres de cette provenance ont survécu.

Tableau 3 : Taux de survie dans l'essai comparatif de provenances d'*Acacia senegal* à Djibo.

Rang 99	Pays d'origine	Provenance	Taux de survie	
			1994	1999
1	Niger	87/7490N	62	72
2	Mali	87/7496N	66	72
3	Soudan	85/4786N	68	64
4	Soudan	87/4787	60	64
5	Burkina	Lac Dem (CNSF 309)	61	49
6	Inde	85/4784N	40	14
Taux de survie moyen de l'essai			56	56

La mortalité de près de 50% dans l'essai pourrait s'expliquer par une forte compétition. En effet, la densité de plantation de 625 pieds/ha est très élevée par rapport à la densité en formations naturelles. Les arbres ont plus de 4,70 m de hauteur en moyenne en 1998 (Tableau 4). Une éclaircie aurait dû être fait depuis 1992 quand la provenance d'Inde avait un taux de survie de plus de 50%.

1.4.1.2.2. Vigueur de croissance.

La croissance a été évaluée par la hauteur totale et le diamètre au collet en 1989, en 1992, 1994 et 1998. L'analyse des sources de la variation montre que les facteurs bloc et provenance expliquent 12 à 30 % de la variation totale (R^2) ; ce qui n'est pas élevé (Tableau 4). Ce paramètre évolue peu avec le temps, exception faite de la dernière année. Concernant le coefficient de variation (CV rés.), la fluctuation n'accuse pas de tendance claire. Pour ce qui concerne le diamètre au collet, le CV augmente jusqu'à 1994. Pour la hauteur, il plafonne dès 1992. Les valeurs observées montrent une certaine homogénéité du matériel testé dans cet essai.

Tableau 4 : Analyse des sources de la variation de la croissance chez *Acacia senegal* à Djibo.

Années de mesure	Caractère	μ essai	R^2	CV rés.	Degré de signification des facteurs du modèle	
					Bloc	Provenance
1989	Hauteur	68,0	0,20	33,15	***	**
	Diamètre au collet	28,1	0,21	29,20	***	NS
1992	Hauteur	222,9	0,15	40,10	**	**
	Diamètre au collet	57,4	0,21	45,81	***	***
1994	Hauteur	352,9	0,18	38,63	NS	***
	Diamètre au collet	79,4	0,17	50,16	NS	***
1998	Hauteur	472,5	0,30	21,12	***	***
	Diamètre au collet	163,8	0,12	35,98	NS	***
	μ essai :	Moyenne de l'essai en cm (hauteur) ou en mm (diamètre au collet)				
	R^2 :	Coefficient de détermination du modèle				
	CV rés. :	Coefficient de variation résiduelle				
	NS :	Non significatif				
	* :	Significatif au seuil 0,05				
	** :	Significatif au seuil 0,001				
	*** :	Significatif au seuil 0,0001				

Les différences entre blocs semblent se tasser avec le temps mais celles entre les provenances persistent. Un an après la plantation, les provenances diffèrent de manière hautement significative par leur hauteur mais affichent une croissance homogène en diamètre. Cette situation peut s'expliquer par le fait qu'au jeune âge les arbres s'investissent surtout dans la croissance en hauteur à cause de la concurrence pour la lumière avec les herbacées. Après quatre années en plantation, les arbres ont une hauteur moyenne supérieure à 1,50 m. La concurrence pour la lumière avec les herbacées s'estompe et les investissements pour les croissances en hauteur et diamètre s'équilibrent. Il apparaît alors une différence très hautement significative pour la croissance en diamètre. La différence de croissance en hauteur subsiste de manière hautement significative en 1992 et très hautement significative en 1994 et 1998.

Le test de comparaison des moyennes de Duncan montre qu'en 1989, la différence en hauteur se situe entre la provenance 1 (Inde) et les autres provenances (Tableau 5). Cette provenance se distingue par sa petite hauteur à cet âge. Les mauvaises performances de la provenance Inde sont confirmées par les mesures 1992, 1994 et 1998. Elle a une croissance en hauteur et en diamètre en dessous de celle des autres qui ont des moyennes homogènes. Elle a d'ailleurs tendance à disparaître de l'essai, en témoigne son taux de survie en 1999 (8 arbres survivant sur 72 arbres plantés) et la régression de sa hauteur moyenne de 207,4 en 1994 à 187,5 en 1998. Les cinq autres provenances (Niger, Soudan 1, Soudan 2, Mali et Burkina) ont une croissance homogène et un taux de survie satisfaisant. Ces provenances sont donc bien adaptées au site de Djibo.

Tableau 5 : Classement des provenances d'*Acacia senegal* sur la base du test de comparaison des moyennes de Duncan.

Provenance	Haut 89	Haut 92	Diam 92	Haut 94	Diam 94	Haut 98	Diam 98
Inde	53,7 B	171,6 C	40,6 C	207,4 B	41,0 B	187,5 B	81,6 B
Niger	67,9 A	245,5 A	62,7 AB	362,6 A	85,2 A	492,0 A	160,4 A
Soudan 1	70,7 A	197,3 BC	50,7 BC	333,9 A	75,0 A	475,6 A	175,4 A
Soudan 2	69,4 A	242,1 A	65,2 A	403,1 A	94,2 A	485,4 A	180,6 A
Mali	73,4 A	249,0 A	65,4 A	396,2 A	86,1 A	475,1 A	150,4 A
Burkina	69,5 A	171,6 AB	56,6 AB	356,1 A	79,1 A	487,0 A	168,4 A

Les mêmes lettres indiquent que les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

La distinction des provenances en deux groupes de croissance s'observe dès la quatrième année de plantation et subsiste jusqu'à 1998. On aurait donc pu très tôt prédire l'évolution de la croissance des arbres de l'essai. En effet, il existe une corrélation positive et relativement forte entre les différents caractères de croissance (hauteur et diamètre) mesurés pendant les quatre années (Tableau 6).

Tableau 6 : Corrélations phénotypiques entre les différentes variables de croissance.

	Haut 89	Diam 89	Haut 92	Diam 92	Haut 94	Diam 94	Haut 98	Diam 98
Haut 89	1							
Diam 89	0,63***	1						
Haut 92	0,50***	0,47***	1					
Diam 92	0,49***	0,55***	0,86***	1				
Haut 94	0,43***	0,34***	0,60***	0,62***	1			
Diam 94	0,39***	0,34***	0,56***	0,60***	0,83***	1		
Haut 98	0,33***	0,31***	0,51***	0,47***	0,55***	0,37***	1	
Diam 98	0,24***	0,47***	0,40***	0,50***	0,38***	0,36***	0,60***	1

N.B. : NS : Non significatif,
 * : Significatif au seuil de 0.05,
 ** : Significatif au seuil de 0.001,
 *** : Significatif au seuil de 0.0001.

1.4.1.3. Conclusion.

Les différentes provenances d'*A. senegal* de l'essai Dj8801 se comportent bien sur la station de Djibo à l'exception de la provenance d'Inde. La mortalité générale dans l'essai est d'environ 50%. La provenance d'Inde s'isole par ses mauvaises performances. En effet, cette provenance se distingue par les plus faibles hauteurs, diamètres et taux de survie en 1998. Les autres provenances ont une croissance presque uniforme avec une légère variation au niveau des taux de survie en 1999. La provenance d'Inde est mal adaptée aux conditions du site de Djibo.

Une corrélation positive existe entre les mesures à la plantation et celles de dix ans. Cette corrélation pourrait être exploitée pour une sélection précoce de provenances de l'espèce par rapport à leur croissance quelques années après la plantation. Les études sur la production de gomme et de fourrage, objectifs de l'amélioration de l'espèce, permettront d'affiner le choix des provenances les plus intéressantes pour des plantations dans la région de Djibo tandis que l'architecture des arbres pourra permettre de faire la jonction entre les caractères de croissance et ces différentes productions.

1.4.2. *Acacia nilotica*.

Les *Acacia nilotica* et *raddiana* sont des espèces à usages multiples utilisées essentiellement comme bois de service, mais aussi comme bois de chauffe et de carbonisation et pour l'alimentation des animaux. *Acacia nilotica* fournit par ailleurs du tannin par ses gousses et son écorce (Billand et Diallo, 1991).

1.4.2.1. Matériel et méthodes.

Un essai de comparaison de provenances d'*Acacia nilotica* (Dj8901) a été mis en place en 1989 à la station de Djibo. Le matériel végétal comprend 14 provenances appartenant à plusieurs sous-espèces et variétés et originaires de trois pays africains et de l'Inde. C'est donc un matériel très diversifié du point de vue génétique (Tableau 7). Un essai comparable (Go8905) a été installé la même année à Gonsé, avec 21 provenances (Billand et Diallo, 1991). A Djibo, le matériel a été planté en dispositif statistique de type blocs complets randomisés avec des parcelles unitaires de taille 4 m x 4 m et comportant un arbre unique. Il y a 36 répétitions, soit 504 arbres utiles.

Tableau 7 : Liste des provenances d'*Acacia nilotica* et apparentés testées à Djibo.

N°	Sp/ssp/var	Provenance	Pays d'origine	Code
1	v. tomentosa	Kartoum Forest	Soudan	1054/82
2	v. tomentosa	Eddlem	Soudan	1552/85
3	v. adansonii	Gargal	Sénégal	1202/83
4	v. adansonii	Debel	Burkina Faso	824
5	Ssp. indica ssp. cupressiformis	Feroz Pure	Inde	1432/84
6	Ssp. indica ssp. cupressiformis	Paratawa	Inde	1438/84
7	Ssp. indica ssp. cupressiformis	Bhi Wani	Inde	1441/84
8	Ssp. indica ssp. jacquemountii	Etawah	Inde	1069/82
9	Ssp. indica ssp. jacquemountii	Pune	Inde	1070/82
10	Ssp. indica ssp. jacquemountii	Akola	Inde	1075/82
11	Ssp. indica ssp. jacquemountii	Salem	Inde	1078/82
12	Ssp. indica ssp. vediana	Pune	Inde	1071/82
13	Ssp. indica ssp. vediana	Akola	Inde	1084/82
14	Sp. Raddiana	Markoye	Burkina Faso	1423/84

Les observations portent sur le taux de survie, ainsi que la hauteur (en cm) et le diamètre au collet (en mm) pendant la saison sèche de cinq campagnes (1989, 1992, 1993, 1994 et 1998) et le diamètre du houppier (en mètre) dans les directions est-ouest et nord-sud en 1998. Pour les mensurations, le dispositif statistique en blocs complets randomisés avec des parcelles unitaires monoarbres permet d'appliquer le modèle factoriel suivant :

$$Y_{ij} = \mu + P_i + B_j + E_{ij}$$

- où
- Y_{ij} est la valeur phénotypique de l'arbre de la provenance i dans le bloc j ,
 - μ est la moyenne générale,
 - P_i est l'effet de la provenance i , avec $i \in \{1, 14\}$
 - B_j est l'effet du bloc j , avec $j \in \{1, 36\}$
 - E_{ij} est l'écart non expliqué

1.4.2.2. Résultats et discussion.

1.4.2.2.1. Taux de survie.

Le taux de survie, calculé sur la base de 36 plants par provenance, est très variable selon les provenances (Tableau 8). On peut distinguer trois groupes de survie : un groupe Afrique de l'ouest réunissant les provenances Debel, Gargal et Markoye avec des taux de survie les plus élevés et en augmentation entre 1995 et 1999 (86, 81 et 64 % respectivement en janvier 1999 contre 83, 72 et 47 en 1995). Ensuite vient le groupe du Soudan comprenant les provenances Kartoum Forest et Eddlem, dont les taux sont moyens et tendant à diminuer entre les deux campagnes (42 et 36 % de survie en 1999 contre 59 et 53 % en 1995). Enfin vient le groupe indien moyennement à très peu adapté aux conditions de Djibo puisque le taux de survie tend à diminuer entre les deux années et varie de 6 à 31 % en 1999.

Tableau 8 : Le taux de survie des provenances d'*Acacia nilotica* et apparentés à Djibo.

N°	Provenance	Pays d'origine	Pourcentage de survie	
			En février 1995	En janvier 1999
1	Kartoum Forest	Soudan	59	42
2	Eddlem	Soudan	53	36
3	Gargal	Sénégal	72	81
4	Debel	Burkina Faso	83	86
5	Feroz Pure	Inde	34	17
6	Paratawa	Inde	36	31
7	Bhi Wani	Inde	28	17
8	Etawah	Inde	22	8
9	Pune	Inde	39	28
10	Akola	Inde	15	6
11	Salem	Inde	28	8
12	Pune	Inde	40	31
13	Akola	Inde	40	28
14	Markoye	Burkina	47	64
Taux de survie moyen de l'essai			43	35

1.4.2.2.2. Analyse des sources de la variation.

L'analyse des sources de la variation (Tableau 9) montre que les facteurs contrôlés expliquent mieux la variation observée actuellement que dans le jeune âge, en particulier au niveau du diamètre au collet (R^2 plus élevé en 1998 qu'en 1989 et intermédiaire de 1992 à 1994). Les coefficients de variation résiduelle sont acceptables, quelques soient les caractères et les campagnes. Cependant, ils semblent plus faibles dans les deux années extrêmes (1989 et 1998) que dans les trois années intermédiaires (1992, 1993 et 1994). Le test F montre que les différences sont très hautement significatives pour la quasi totalité des caractères et ce dès le plus jeune âge (6 mois après la plantation). Le facteur bloc, non à peu significatif au début de la plantation, devient par la suite plus discriminant.

Tableau 9 : Analyse des sources de la variation à Djibo de la croissance chez *Acacia nilotica* et apparentés.

Campagne	Caractère	μ essai	R ²	CV rés.	Signification du test F sur les facteurs contrôlés	
					Bloc	Provenance
1989	Hauteur (cm)	60,7	0,24	25,6	NS	***
	Diamètre au collet (mm)	7,4	0,20	27,9	*	**
1992	Hauteur (cm)	145,0	0,46	40,1	***	***
	Diamètre au collet (mm)	25,5	0,42	59,3	**	***
1993	Hauteur (cm)	207,6	0,36	43,9	***	***
	Diamètre au collet (mm)	44,6	0,40	46,4	***	***
1994	Hauteur (cm)	251,0	0,46	43,3	**	***
	Diamètre au collet (mm)	67,8	0,56	47,3	***	***
1998	Hauteur (cm)	344,3	0,48	29,2	**	***
	Diamètre au collet (mm)	139,0	0,61	31,9	*	***
	Diam. houppier E-O (m)	4,2	0,59	32,5	NS	***
	Diam. houppier N-S (m)	4,4	0,62	31,0	*	***

1.4.2.2.3. Classement des provenances.

Le classement des provenances pour la croissance en hauteur et en diamètre au collet (Tableaux 10 et 11 respectivement) change légèrement en fonction des campagnes mais il est comparable pour les deux caractères considérés.

Les provenances les plus vigoureuses sont les provenances Gargal (Sénégal) et Débel (Burkina Faso), toutes deux appartenant à l'espèce *nilotica* et à la variété *adansonii*. Ces provenances présentent cependant une hauteur au très jeune âge (1989) la plus faible. Ensuite, vient la provenance Akola de la sous-espèce *indica ssp. vadiana* et originaire d'Inde, dont la croissance est parallèle aux deux premières à partir de 1992 ; et ce tant pour la hauteur totale que pour le diamètre au collet. La quatrième provenance est celle de Markoye (Burkina Faso) de la sous-espèce *raddiana*, dont la croissance lente au départ et soutenue par la suite, lui a permis de se classer parmi les plus grands arbres de l'essai. Les autres provenances ont une croissance faible, avec un classement légèrement variable. Les mesures du diamètre de houppier dans les directions est-ouest (Diaheo98) et nord-sud (Diahns98) confirment les classements précédents (Tableau 12). Il y a une assez nette supériorité des provenances Gargal et Débel (v. *adansonii*), suivie de celle des provenances Markoye (*ssp. raddiana*) et Akola (*ssp. indica ssp. vadiana*).

Ces résultats peuvent être comparés à ceux de Billand et Diallo (1991). Ils ont montré la supériorité des *A. nilotica* sur les *A. raddiana*, lors de la plantation à Gonsé (essai Go8905). Parmi les *A. nilotica*, ce sont les sous-espèces africaines qui se sont montrées les plus vigoureuses. Ces sous-espèces sont *tomentosa* (Hariri Forest, Khartoum Forest et Eddlem toutes trois du Soudan) d'une part et *adansonii* (Debel du Burkina et Gargal du Sénégal) d'autre part. Malheureusement, l'essai de Gonsé n'est plus exploitable aujourd'hui à cause d'un feu de brousse en 1993. Il aurait pourtant été intéressant de savoir si certaines provenances à faible vigueur initiale ne se sont pas mieux classées avec le temps, à l'exemple de la provenance indienne Akola (*ssp. vadiana*) et la provenance locale Markoye (de l'espèce *raddiana*) à Djibo.

Tableau 10 : Classement des provenances d'*Acacia nilotica* et apparentés pour la hauteur totale sur la base du test de Duncan.

N°	Provenance	Haut89 (*)	Haut92 (*)	Haut93 (*)	Haut94 (*)	Haut98 (*)
1	Kartoum Forest	63,2 AB	126,3 BCD	235,8 ABC	237,8 BCD	312,0 ABC
2	Eddlem	55,7 BC	141,3 ABCD	226,7 ABCD	191,7 CD	279,2 BC
3	Gargal	52,0 C	187,7 A	255,0 AB	310,4 AB	406,2 AB
4	Debel	49,7 C	191,6 A	279,2 A	362,0 A	410,3 A
5	Feroz Pure	69,8 A	154,4 AB	222,5 ABCD	245,8 BCD	275,0 C
6	Paratawa	63,6 AB	121,4 BCD	139,6 E	212,3 BCD	270,9 C
7	Bhi Wani	69,2 A	150,8 AB	185,0 CDE	221,0 BCD	313,3 ABC
8	Etawah	63,1 AB	126,7 BCD	156,4 DE	156,3 D	263,3 C
9	Pune	64,7 AB	152,5 AB	198,1 BCDE	253,1 BCD	307,0 ABC
10	Akola	55,6 BC	87,5 D	180,7 CDE	176,0 D	255,0 C
11	Salem	62,5 AB	95,0 CD	164,0 DE	199,5 CD	300,0 ABC
12	Pune	57,7 BC	131,3 BCD	200,6 BCDE	218,6 BCD	310,9 ABC
13	Akola	67,7 A	156,4 AB	211,3 BCD	282,9 ABC	350,0 ABC
14	Markove	52,6 C	147,5 ABC	179,2 CDE	196,9 CD	350,4 ABC

(*) Les mêmes lettres indiquent que les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

Tableau 11 : Classement des provenances d'*Acacia nilotica* et apparentés pour le diamètre au collet sur la base du test de Duncan.

N°	Provenance	Diacono89 (*)	Diacono92 (*)	Diacono93 (*)	Diacono94 (*)	Diacono98 (*)
1	Kartoum Forest	7,2 BCD	17,5 CD	41,1 BC	53,5 CDE	92,8 CD
2	Eddlem	6,9 D	21,1 CD	41,0 BC	41,6 DE	82,1 CD
3	Gargal	8,2 AB	38,6 AB	54,4 AB	99,1 AB	174,2 AB
4	Debel	8,5 A	39,6 A	63,4 A	110,1 A	189,8 A
5	Feroz Pure	8,1 ABC	25,3 BCD	49,9 ABC	55,3 CDE	92,3 CD
6	Paratawa	7,6 ABCD	18,9 CD	34,3 C	51,5 DE	109,0 C
7	Bhi Wani	7,3 ABCD	25,6 BCD	38,2 C	48,1 DE	116,2 BC
8	Etawah	6,8 D	20,9 CD	35,7 C	39,4 DE	111,4 C
9	Pune	6,9 D	25,0 BCD	47,6 BC	69,2 CD	136,1 ABC
10	Akola	7,3 ABCD	14,3 D	43,8 BC	38,0 E	39,8
11	Salem	7,0 CD	16,9 CD	35,2 C	50,0 DE	117,8 BC
12	Pune	7,1 BCD	25,4 BCD	44,0 BC	61,9 CDE	107,4 C
13	Akola	8,2 AB	31,5 ABC	48,5 BC	81,1 BC	129,2 BC
14	Markove	6,7 D	23,4 CD	38,1 C	52,6 CDE	133,7 ABC

(*) Les mêmes lettres indiquent que les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

Tableau 12 : Classement des provenances d'*Acacia nilotica* et apparentés pour le diamètre de houppier sur la base du test de Duncan.

		Diamètre de houppier en 1998	
N°	Provenance	Direction Est-Ouest (*)	Direction Nord-Sud (*)
1	Kartoum Forest	3,25 CDE	3,35 BCDE
2	Eddlem	3,17 CDE	3,29 BCDE
3	Gargal	52,0 A	5,97 A
4	Debel	5,69 AB	5,77 A
5	Feroz Pure	5,53 DE	2,42 DE
6	Paratawa	3,09 CDE	3,00 BCDE
7	Bhi Wani	2,38 DE	2,2 DE
8	Etawah	2,17 DE	3,17 BCDE
9	Pune	3,50 CD	3,70 BCDE
10	Akola	1,50 E	2,00 E
11	Salem	3,00 CDE	2,67 CDE
12	Pune	3,45 CD	3,86 BCD
13	Akola	3,95 BCD	4,35 ABC
14	Markove	4,33 ABC	4,63 AB

(*) Les mêmes lettres indiquent que les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

1.4.2.2.4. Relations entre caractères.

De façon générale, les corrélations entre la croissance en hauteur et celle en diamètre sont positives et très élevées tant au niveau du phénotype que du génotype (Tableau 13). Les années sont également corrélées entre elles et ce d'autant plus qu'elles sont proches. Il y a cependant une exception concernant la hauteur de 1989. Cette variable est négativement corrélée aux autres caractères. Mais la corrélation est généralement faible (au niveau du phénotype) ou moyenne (au niveau du génotype). De plus, elle est non significative dans la plupart des cas, exception faite de la corrélation génotypique avec les diamètres de houppier qui est assez forte (-0.60^* et -0.61^*).

Tableau 13 : Corrélations génotypiques (sur la diagonale) et phénotypiques (sous la diagonale) entre caractères chez *Acacia nilotica* et apparentés à Djibo.

	Haut89	Diacono89	Haut92	Diacono92	Haut93	Diacono93	Haut94	Diacono94	Haut98	Diacono98	Diaheo98	Diaheo98
Haut89	-	-0,02 NS	-0,20 NS	-0,31 NS	-0,43 NS	-0,45 NS	-0,27 NS	-0,42 NS	-0,49 NS	-0,38 NS	-0,60 *	-0,61 *
Diacono89	0,23 ***	-	0,54 *	0,69 **	0,57 *	0,67 **	0,71 **	0,64 *	0,50 NS	0,46 NS	0,48 NS	0,43 NS
Haut92	-0,02 NS	0,39 ***	-	0,93 ***	0,76 **	0,79 ***	0,78 **	0,73 **	0,65 *	0,71 **	0,73 **	0,73 **
Diacono92	-0,04 NS	0,39 ***	0,84 ***	-	0,78 **	0,87 ***	0,89 ***	0,89 ***	0,80 ***	0,84 ***	0,84 ***	0,84 ***
Haut93	-0,03 NS	0,24 ***	0,72 ***	0,64 ***	-	0,92 ***	0,83 ***	0,77 **	0,65 *	0,72 **	0,68 **	0,67 **
Diacono93	-0,04 NS	0,31 ***	0,72 ***	0,74 ***	0,82 ***	-	0,90 ***	0,83 ***	0,72 **	0,65 *	0,76 **	0,78 **
Haut94	-0,09 NS	0,27 ***	0,71 ***	0,69 ***	0,72 ***	0,73 ***	-	0,97 ***	0,86 ***	0,82 ***	0,80 ***	0,76 **
Diacono94	-0,17 *	0,27 ***	0,66 ***	0,67 ***	0,67 ***	0,73 ***	0,90 ***	-	0,91 ***	0,89 ***	0,88 ***	0,86 ***
Haut98	-0,14 NS	0,22 **	0,68 ***	0,66 ***	0,68 ***	0,65 ***	0,78 ***	0,73 ***	-	0,90 ***	0,95 ***	0,88 ***
Diacono98	-0,14 NS	0,25 **	0,50 ***	0,58 ***	0,45 ***	0,57 ***	0,70 ***	0,77 ***	0,75 ***	-	0,87 ***	0,85 ***
Diaheo98	-0,19 *	0,19 *	0,50 ***	0,61 ***	0,53 ***	0,55 ***	0,66 ***	0,75 ***	0,78 ***	0,85 ***	-	0,97 ***
Diaheo98	-0,22 **	0,19 *	0,52 ***	0,62 ***	0,54 ***	0,58 ***	0,71 ***	0,79 ***	0,83 ***	0,85 ***	0,93 ***	-
N.B. :	NS											
	*											
	**											

Non significatif,
Significatif au seuil de 0.05,
Significatif au seuil de 0.001,
Significatif au seuil de 0.0001.

Les corrélations négatives observées s'expliqueraient surtout par le comportement particulier des provenances Gargal et Debel (v. *adansonii*) et dans une moindre mesure de la provenance Markoye (ssp. *raddiana*), lequel est caractérisé par des plants les moins hauts à 6 mois de plantation mais présentant une très grande vigueur par la suite. Cette moindre hauteur pourrait résulter d'un investissement préférentiel et très précoce dans la croissance racinaire. Cela auraient permis à ces provenances de mieux survivre aux conditions de sécheresse de la station et de développer dans les années qui suivent, un système aérien et en particulier foliaire plus volumineux que les autres provenances.

1.4.2.3. Conclusion.

Sur 14 provenances, trois sont remarquables de par leur taux de survie et leur croissance. Il s'agit des provenances Gargal (Sénégal) et Débel (Burkina Faso), appartenant toutes deux à la variété africaine *adansonii* de l'espèce *nilotica* et dans une moindre mesure la provenance Markoye (Burkina Faso) de l'espèce *raddiana*. Ces provenances sont caractérisées par une survie élevée, une certaine capacité à rejeter après la mort de la tige principale (qui explique l'amélioration du taux de survie entre 1995 et 1998) ainsi que par une vigueur de croissance forte. Cette vigueur serait due à un investissement préférentiel dans le système racinaire dans les premières années de la vie des arbres. La provenance indienne Akola (ssp. *indica* ssp. *vediana*) se détache des autres provenances indiennes par sa vigueur mais elle n'a pas une très bonne survie par rapport aux provenances africaines.

1.4.3. *Ziziphus mauritiana*.

Le jujubier est une espèce à usages multiples dont le principal intérêt est sa production fruitière. Elle est aussi utilisée comme espèce fourragère et comme haie-vive. Deux essais comparatifs de provenances, mis en place à Gonsé (Go8904) et à Djibo (Dj9002), ont permis de constater une variabilité importante pour la survie et un certain nombre de caractères de croissance. Cette variabilité est-elle liée aux conditions de milieu, au génotype de l'individu ?

1.4.3.1. Matériel végétal et dispositif statistique.

Six provenances originaires de trois pays couvrant une aire assez large (par rapport à l'aire de répartition naturelle de l'espèce) sont testées à Gonsé et neuf originaires de quatre pays à Djibo (Tableau 14).

Tableau 14 : Liste des provenances de *Ziziphus mauritiana* testées à Gonsé et à Djibo.

Station	N° d'ordre	Provenances	Pays d'origine
Gonsé	1	Bandia	Sénégal
	2	Keur yora	Sénégal
	3	Nagathakolla	Inde
	4	Lery	Burkina Faso
	5	Falagountou	Burkina Faso
	6	Dafiré	Burkina Faso
Djibo	1	Lery	Burkina Faso
	2	Boukouma	Burkina Faso
	3	Dafiré	Burkina Faso
	4	Gonsé	Burkina Faso
	5	Falagountou	Burkina Faso
	6	Bandia	Sénégal
	7	M'biddi	Sénégal
	8	Nazinon	Burkina Faso
	9	Makinau S. T. (<i>Z. mucronata</i>)	Kenya

A Gonsé comme à Djibo, le dispositif statistique est un dispositif en 40 blocs complets et totalement randomisés, avec des parcelles unitaires monoarbres et de taille 4 m x 4 m. Le dispositif de Gonsé a été planté en 1989 et celui de Djibo, planté l'année suivante. Il y a eu une éclaircie systématique d'un pied sur deux à Gonsé en septembre 1998. Celui de Djibo devrait subir la même opération en 1999.

1.4.3.2. Protocole de mesure et méthode statistique.

Les observations portent sur le taux de survie, la hauteur totale (en cm), le diamètre du collet (en mm) ou la circonférence (en cm) de la touffe formée les brins, à 50 cm du sol. Le dispositif statistique permet l'application du modèle factoriel suivant :

$$Y_{ij} = \mu + B_i + P_j + E_{ij}$$

Valeur
Moyenne de
Effet du bloc i
Effet de la
Effet résiduel
phénotypique
l'essai
provenance j

1.4.3.3. Résultats et discussion.

1.4.3.3.1. Taux de survie dans les deux stations.

L'inventaire des arbres vivants à Gonsé de 1989 à 1997 donne un taux de survie supérieur ou égal à 95% pour toutes les provenances (Tableau 15). Deux groupes de provenances se distinguent : La provenance Keur Yora du Sénégal, Lery et Falagountou du Burkina d'une part, avec un excellent taux (100%) et d'autre part, Nagathakolla d'Inde, Dafiré du Burkina et Bandia du Sénégal.

En 1994, Nagathakolla et Dafiré enregistrent une petite baisse de leur taux de survie. Cette baisse serait due au passage d'un feu de brousse survenu dans l'essai en décembre 1993. Du fait de leur petite taille, les individus de ces provenances auraient en effet subi davantage l'action du feu. La reprise en 1995 est probablement due à la grande capacité de l'espèce à développer des rejets de souche.

Tableau 15 : Evolution du taux de survie des provenances de *Ziziphus mauritiana* à Gonsé.

Provenance	Pourcentage de survie						
	1989	1990	1992	1993	1994	1995	1997
Bandia	98	98	98	98	98	98	98
Keur yora	100	100	100	100	100	100	100
Nagathakolla	100	95	95	95	83	92	92
Lery	100	100	100	100	100	100	100
Falagountou	100	100	100	100	100	100	100
Dafiré	98	95	95	95	90	95	95
Moyenne de l'essai	99	98	98	98	95	98	98

L'inventaire des arbres à Djibo donne des taux de survie plus faibles que ceux de Gonsé (Tableau 16). Ils passent de 86 % en 1990 à 58 % en 1993. Dans le même intervalle, l'écart entre la meilleure provenance et la moins bonne passe de 15 à 37 points, signifiant une différence d'adaptation entre les provenances. A partir de 1993, le taux de survie se maintient jusqu'à 1998, où Dafiré est la mieux classée avec 70 % de survie. Lery avec seulement 43%, enregistre le plus faible taux.

Tableau 16 : Evolution du taux de survie des provenances de *Ziziphus mauritiana* à Djibo.

Provenance	Pourcentage de survie			
	1990	1993	1995	1998
Lery	88	38	43	43
Boukouma	83	63	65	63
Dafiré	88	75	68	70
Gonsé	83	50	55	53
Falagountou	90	60	60	60
Bandia	95	58	55	60
M'bididi	80	60	65	63
Nazinon	80	53	60	55
Makinou S. T.	85	63	65	63
Moyenne de l'essai	86	58	60	59

1.4.3.3.2. Analyse des sources de la variation dans les deux stations.

Le modèle factoriel simple et sans interaction permet d'expliquer une faible part de la variation totale (R^2 situé entre 22 et 44 %). Il n'y a pas de différence nette entre les deux caractères, ni entre les deux stations, ni entre les campagnes de mesure (Tableau 17).

Tableau 17 : Sources de la variation de la croissance chez *Ziziphus mauritiana* à Gonsé et à Djibo.

Station	Campagne	Caractère	μ essai	R^2	CV (%)	Signification des facteurs	
						Provenance	Bloc
Gonsé	1989 (à 1 mois)	Hauteur	43,0	0,28	18,00	***	NS
		Diamètre au collet	4,4	0,26	24,59	***	NS
	1989 (à 6 mois)	Hauteur	57,4	0,23	37,39	**	NS
		Diamètre au collet	11,6	0,22	32,94	NS	NS
	1990	Hauteur	191,3	0,26	26,28	NS	*
		Diamètre au collet	28,9	0,35	28,78	*	***
	1992	Hauteur	240,9	0,29	17,40	***	NS
		Diamètre au collet	39,4	0,35	31,08	***	**
	1993	Hauteur	270,9	0,32	22,38	***	NS
		Diamètre au collet	41,7	0,38	34,81	***	**
		Diamètre houppier	240,2	0,30	23,10	***	NS
	1994	Hauteur	294,5	0,38	19,38	***	NS
		Diamètre au collet	45,7	0,33	31,61	***	NS
	1995	Hauteur	277,0	0,36	22,33	***	NS
		Diamètre au collet	45,0	0,32	37,12	***	NS
	1997	Hauteur	279,7	0,36	23,99	***	NS
		Diamètre au collet	62,0	0,35	39,18	***	NS
Djibo	1990	Hauteur	31,4	0,37	32,57	***	*
		Diamètre au collet	2,6	0,27	24,11	***	*
	1993	Hauteur	110,6	0,37	45,99	NS	***
		Diamètre au collet	15,6	0,44	50,66	*	***
	1995	Hauteur	202,4	0,31	38,79	NS	*
		Diamètre au collet	27,9	0,31	55,37	NS	*
	1998	Hauteur	362,3	0,33	22,04	*	*
		Circonfér. à 50 cm	135,3	0,30	43,23	NS	NS

Pour le coefficient de variation en revanche, il apparaît des tendances plus significatives. Le coefficient de variation semble plus élevé pour le diamètre au collet que pour la hauteur totale. Cela est surtout vérifié à Gonsé où l'on compte jusqu'à huit campagnes de mesure. La moindre précision obtenue au niveau du diamètre peut provenir à la fois de la forme irrégulière du collet et de l'imprécision de l'instrument de mesure (pied à coulisse) par rapport à la grandeur mesurée qui est de l'ordre du centimètre. D'autre part, ce paramètre est plus élevé à Djibo qu'à Gonsé. Cette différence peut aussi s'expliquer dans la mesure où le personnel de Djibo est moins expérimenté.

A Gonsé, le test F montre que le facteur bloc est rarement significatif au seuil de 5 % et que le facteur provenance est presque toujours significatif. A Djibo, il y a des différences très hautement significatives entre provenances à la première année mais ces différences tendent à

disparaître avec l'âge. En revanche, l'effet bloc devient prédominant. Il est significatif en 1990, devient très hautement significatif en 1993 pour s'estomper par la suite.

A Gonsé, la croissance en hauteur et en diamètre des provenances Bandia et Keur yora reste toujours supérieure aux autres (Figures 1a et 1b). Les provenances Lery et Falagountou ont une croissance moyenne. En revanche, les provenances Nagathakolla et Dafiré sont les plus chétives de l'essai. A Djibo, la comparaison de moyennes (non présentée) montre qu'à la première année, Makinau du Kenya est la plus vigoureuse, avec une hauteur totale de 45,4 cm et un diamètre au collet de 3,1 mm. M'biddi du Sénégal est en revanche la plus chétive avec à peine 22,7 cm de hauteur et 2,2 mm de diamètre. Entre ces extrêmes, Bandia, Dafiré et Falagountou formeraient un groupe un peu moins vigoureux que Makinau. Lery, Gonsé, Nazinon et Boukouma formeraient un autre groupe proche de M'biddi. En 1998, ce classement est inversé entre les deux groupes, en ce qui concerne la hauteur totale (Figures 2a et 2b). Ce sont ainsi les provenances Lery et Nazinon qui supplantent l'essai avec une hauteur atteignant 4 mètres contre 3 mètres chez la provenance Bandia.

La comparaison de la hauteur à âge égal des quatre provenances communes aux deux stations permet de détecter l'effet station (Tableau 18). On constate tout d'abord que le classement ne change pas avec l'âge. Il change avec la station mais cela est dû uniquement à la provenance Bandia, qui est la mieux classée à Gonsé et la moins bien classée à Djibo. Il apparaît d'autre part une croissance importante entre 5 et 8 ans à Djibo (de 138 à 167 cm selon les provenances). A Gonsé, il y a eu plutôt une régression qui atteint 23 cm et qui s'explique par le feu de brousse de décembre 1993 survenu peu après la première mesure. A Gonsé, les arbres âgés de 5 ans sont plus vigoureux que ceux de Djibo à âge égal. Cette performance doit être due au travail du sol dont les effets bénéfiques ont été contrecarrés par le feu et surtout par l'absence d'entretien du sol par la culture de céréales, comme elle est systématiquement pratiquée à Djibo depuis les quatre dernières années.

Tableau 18 : Comparaison de la hauteur de quatre provenances de *Ziziphus mauritiana* communes à Gonsé et à Djibo.

Provenances communes	à 5 ans				à 8 ans			
	Gonsé	Rang	Djibo	Rang	Gonsé	Rang	Djibo	Rang
Lery	310,6	2	219,6	1	287,3	2	386,5	1
Dafiré	273,6	4	194,0	3	256,5	4	345,7	3
Falagountou	277,3	3	199,6	2	276,9	3	347,0	2
Bandia	334,9	1	178,6	4	311,7	1	317,0	4

1.4.3.4. Conclusion.

Sur la station de Gonsé au climat nord-soudanien, en 8 ans de plantation, les provenances sénégalaises (Bandia et Keur yora) sont les plus vigoureuses avec un taux de survie très satisfaisant. Par conséquent, elles pourraient être préconisées dans le cadre des plantations à usage de haies-vives par exemple. Par contre, la provenance Nagathakolla (d'Inde) et Dafiré (du Burkina) mal adaptées aux conditions de la station ne seront pas recommandées. Sur la station de Djibo au climat sahélien ce sont les provenances Nazinon et Lery, originaires du Burkina, qui sont les plus vigoureuses.

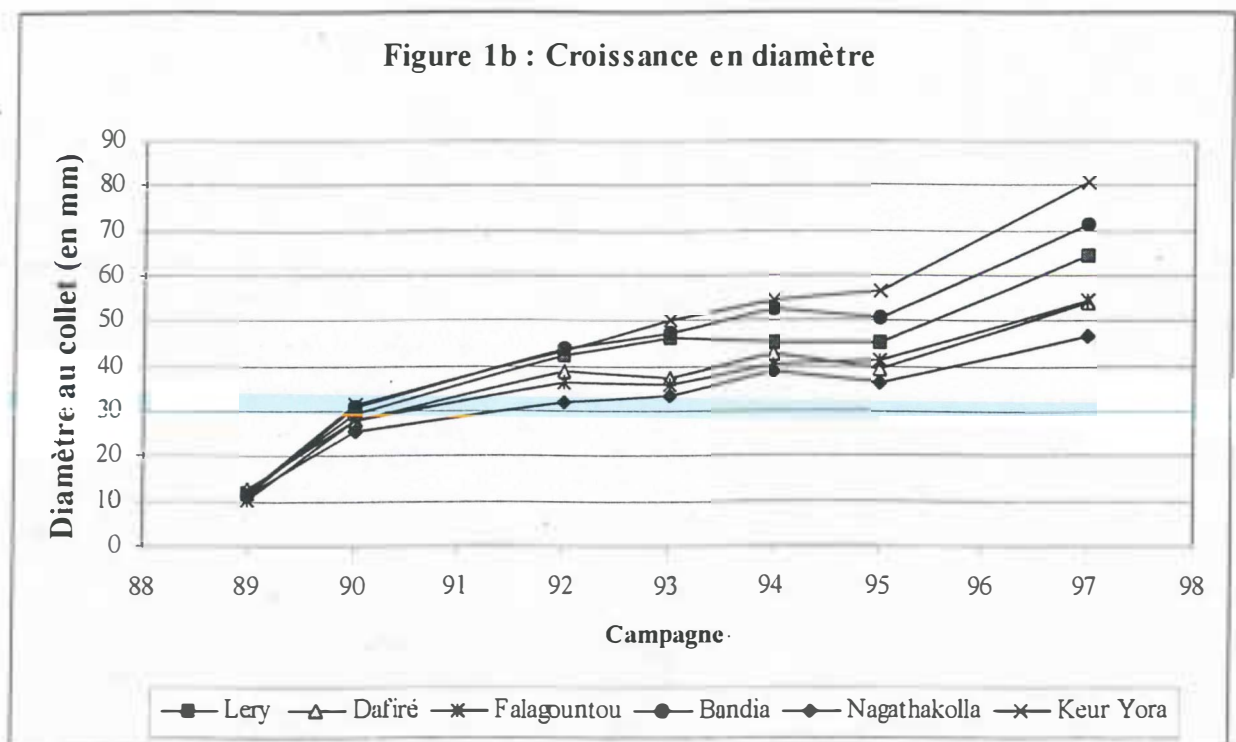
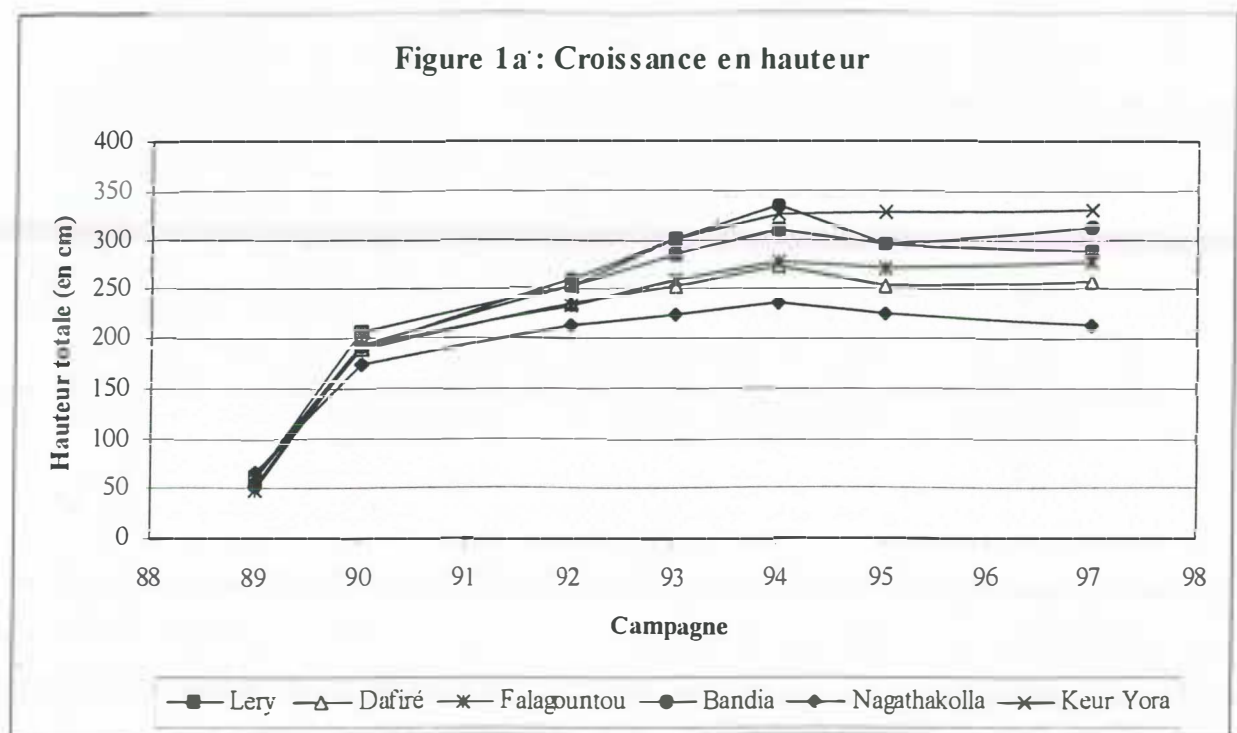


Figure 1 : Evolution de la croissance de *Ziziphus mauritiana* à Gonsé de 1989 à 1997.

Figure 2a : Croissance en hauteur

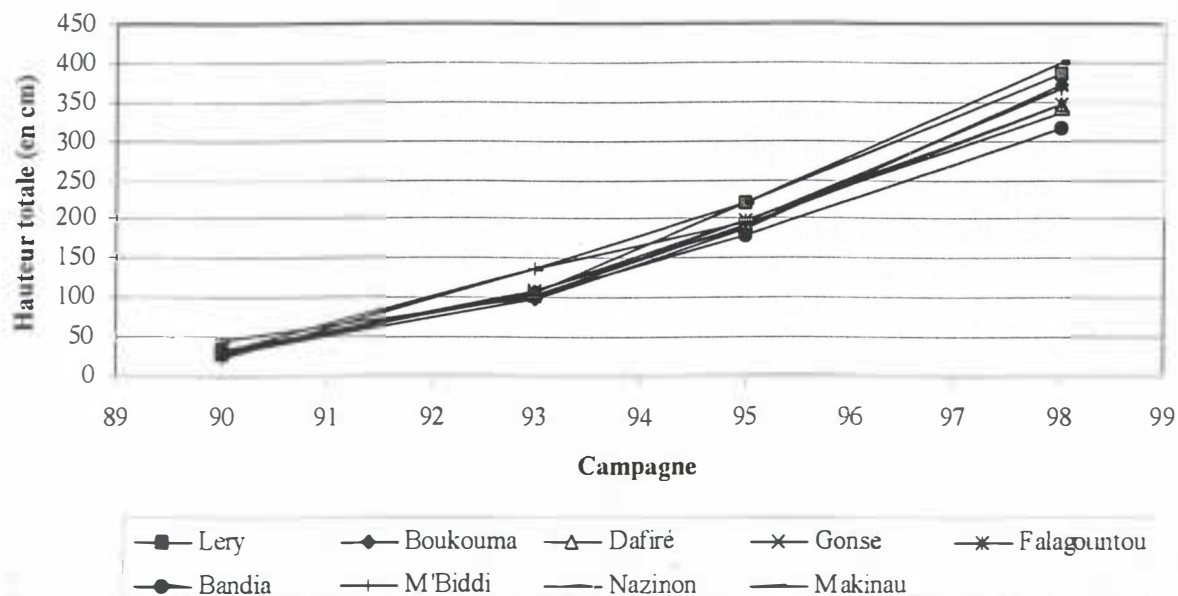


Figure 2b : Croissance en diamètre

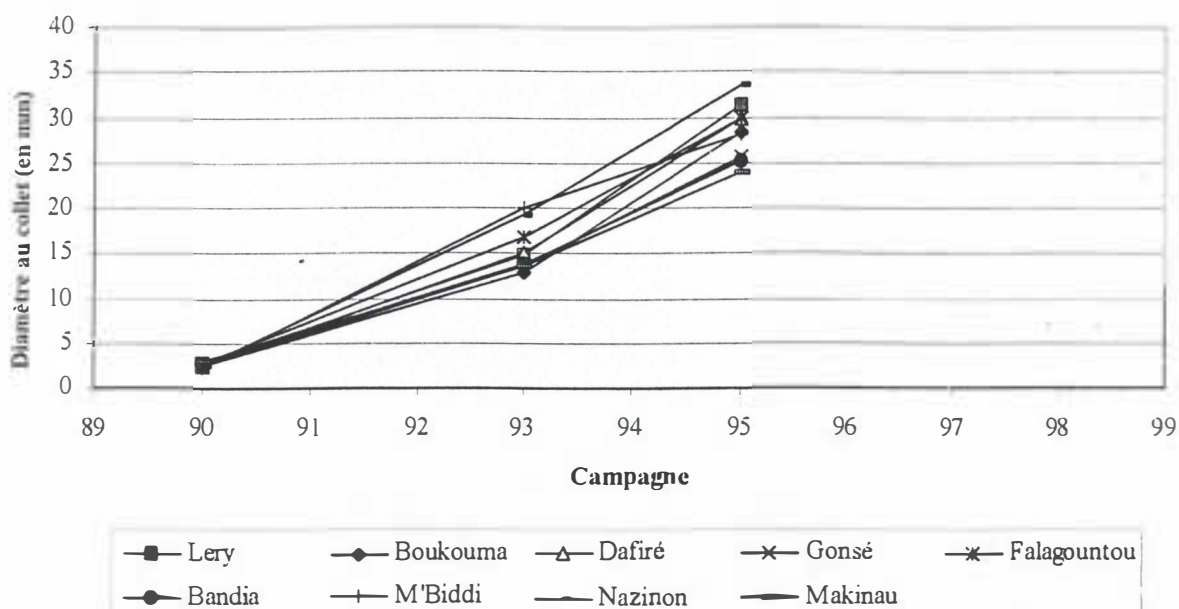


Figure 2 : Evolution de la croissance de *Ziziphus mauritiana* à Djibo de 1990 à 1998.

2. SUIVIS PHENOLOGIQUES DES ESPECES LOCALES.

Outre l'adaptation aux conditions locales et la vigueur initiale, les cycles phénologiques (feuillaison, floraison et fructification) font partie des connaissances de base sur les espèces à acquérir. La méconnaissance des cycles phénologiques des espèces rend difficile les interventions sur le terrain (collecte de semences). Par ailleurs, la maîtrise de ces données pourraient éventuellement expliquer des différences de comportement des matériels vis-à-vis d'autres caractères, par exemple la production fruitière. En effet, le caractère précoce ou tardif des provenances peut leur permettre d'esquiver avec plus ou moins de réussite les dégâts (avortement précoce, défaut de nouaison, chute de fruits ...) dus à des facteurs biotiques (attaques d'insectes ou de moisissure) ou abiotiques (sécheresse, précipitations trop abondantes). Les études phénologiques sont menées sur des espèces mises en place en station sous forme d'essais comparatifs de provenances. Elles font suite à celles déjà initiées par Billand et Diallo (1991) sur *Faidherbia albida* et Dao (1993) sur *Ziziphus mauritiana*.

2.1. Objectifs généraux.

Dans le cadre d'une recherche de critères de sélection chez des espèces pérennes, les suivis phénologiques peuvent permettre des gains appréciables sur la durée moyenne du cycle de sélection et également en efficacité de sélection dans la mesure où certains paramètres phénologiques s'expriment plus précocement, sont plus accessibles à l'observation et ne sont pas destructifs.

Ainsi, chez des espèces à usage alimentaire telles que *Ziziphus mauritiana*, *Sclerocarya birrea* et *Adansonia digitata*, il sera intéressant d'identifier les paramètres en relation avec la précocité et l'étalement de la production. Chez *Acacia senegal*, une espèce à usage multiple, il pourrait également exister des relations entre la production de gomme ou la production fruitière avec des paramètres phénologiques. Quant à *Khaya senegalensis*, l'objectif serait surtout de trouver les critères de sélection précoces pour la production de bois, à travers les suivis de la feuillaison.

2.2. Sites et matériel végétal.

Actuellement, les suivis phénologiques sont réalisés sur cinq espèces et sur trois sites :

- * trois espèces à usages alimentaires : *Sclerocarya birrea* à Gonsé,
Adansonia digitata à Djibo et
Ziziphus mauritiana à Gonsé et à Djibo
- * une espèce à usages multiples : *Acacia senegal* à Djibo
- * une espèce de bois d'œuvre : *Khaya senegalensis* à Dindéresso.

2.3. Etat d'avancement des travaux.

La phénologie regroupe à la fois la feuillaison, la floraison la fructification. Selon les espèces considérées, les suivis peuvent porter sur un, deux ou les trois aspects. Chacun est subdivisé en stades début, plein et fin. Une cotation allant de 1 à 6 permet de quantifier le nombre de rameaux dans un stade donné. Pour *Ziziphus mauritiana*, les suivis sont suffisamment conséquents pour permettre une première analyse et les résultats sont donnés ci-dessous.

2.3.1. Résultats préliminaires sur la phénologie de *Ziziphus mauritiana*.

Les suivis phénologiques chez *Ziziphus mauritiana* sont réalisés dans les deux dispositifs précédemment présentés dans la partie « Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina ». Pour les détails du protocole de mise en place, il faut se reporter à la page 13.

2.3.1.1. Protocole des suivis phénologiques.

Le protocole s'inspire de celui de Dao (1993) appliqué au *Ziziphus mauritiana* et de Diallo et Billand (1991) appliqué au *Faidherbia albida*. Les observations sont décadaires et portent sur tous les individus. Elles portent sur la feuillaison, la floraison et la fructification comprenant chacune plusieurs stades phénologiques définis de la manière suivante :

Feuillaison	Floraison	Fructification
A : Rameaux nus	SFL : sans fleurs	SFR : sans fruits
B : Bourgeons débouffrés	DFL : début floraison	DFR : début fructification
C : Pousses en croissance	PFL : pleine floraison	PFR : pleine fructification
D : Vieilles feuilles	FFL : fin floraison	FFR : fin fructification
		PMAT : % de fruits mûrs

Une cotation allant de 1 à 6 correspondant à des classes de pourcentages de rameaux comme indiqués ci-dessous permet de quantifier chaque stade phénologique de l'arbre :

Cotation	Classe de pourcentage
1	= 0 %
2	= 1 à 19 %
3	= 20 à 39 %
4	= 40 à 59 %
5	= 60 à 79 %
6	= 80 à 100 %

Les suivis sont prévus pour trois campagnes. Les observations ont débuté le 14 novembre 1998 à Djibo et le 30 octobre 1998 à Gonsé. Les résultats des analyses portent sur 19 décades ou dates (allant du 14 novembre au 25 mai 99) à Djibo et 11 à Gonsé (allant du 30 octobre 1998 au 16 février 1999).

2.3.1.2. Méthodes statistiques.

Les données phénologiques sont de nature semi-quantitative, auxquelles un modèle linéaire d'analyse de variance peut être appliqué. Le modèle comporte trois facteurs contrôlés qui sont le bloc, la provenance et la date de mesure. En toute rigueur, la date ne doit pas être considérée comme un facteur au même titre que le bloc ou la provenance. Il faut faire une analyse de variance par date. Pour faciliter la présentation et parce que l'on recherche des différences entre provenances de façon globale, c'est-à-dire toutes dates confondues, la date a été considérée comme un facteur. L'interaction provenance*date est incluse pour réduire la résiduelle mais les autres interactions n'ont pas pu être introduit à cause du manque de degrés de liberté. Cette interaction indique des différences de classement des traitements en fonction

des dates. Ces différences peuvent éventuellement provenir des différences de précocité ou dans l'étalement des cycles. Finalement, le modèle statistique est le suivant :

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + D_k + (PD)_{jk} + E_{ijk}$$

Valeur phénotypique observée	=	μ	+	B_i	+	P_j	+	D_k	+	$(PD)_{jk}$	+	E_{ijk}
		Moyenne de l'essai		Effet du bloc i		Effet de la provenance j		Effet de la date k		Interaction date provenance		Effet résiduel

2.3.1.3. Résultats et discussion.

2.3.1.3.1. Sources de la variation.

Le coefficient de détermination du modèle varie assez fortement selon la station et selon le stade phénologique considéré (Tableau 19). La feuillaison a été observée à Djibo mais pas à Gonsé. C'est précisément sur les stades de feuillaison à Djibo qu'on observe les plus grandes valeurs de R^2 (0,93, 0,86 et 0,83 pour les stades A, C et D respectivement). Cela laisse à penser que les stades de la feuillaison n'offrent pas de grande difficulté d'observation, mis à part le stade B (où R^2 vaut seulement 0,15).

Pour la floraison et la fructification qui sont observées dans les deux stations, les résultats sont meilleurs à Gonsé qu'à Djibo, à stades identiques (R^2 plus élevé). Cela peut être dû à des effets de la station en y incluant l'observateur. En effet, l'opérateur responsable des observations à Djibo est très peu expérimenté en matière de phénologie. Par ailleurs, il est évident que tous les stades n'offrent pas la même difficulté d'observation. Les stades intermédiaires (stades début et pleine floraison, stades début et pleine fructification et enfin stade bourgeons débouffés) sont les plus difficiles à évaluer dus à la petite taille des fleurs et des fruits à ces stades ; cela est surtout vrai pour les rameaux situés au sommet de l'arbre.

Les stades extrêmes sont sans doute plus faciles à observer grâce à des indices de type présence/absence. Ainsi, pour les stades sans fleur et sans fruit, le caractère lisse des rameaux et l'absence de forme sphérique indiqueraient l'absence des organes sur les rameaux. Pour les stades fin floraison et fin fructification, la couleur plus visible des organes pourrait entrer en jeu pour expliquer les valeurs élevées du R^2 . A Gonsé cependant, où l'observateur est plus expérimenté, ce coefficient reste peu élevé pour les stades fin floraison et fin fructification. Mais ici, on peut incriminer le faible niveau de floraison et de fructification des arbres ; la raison pourrait être d'origine climatique puisque ce phénomène touche toutes les provenances de l'essai ainsi qu'un autre essai installé à proximité.

Concernant le coefficient de variation, les plus grandes différences entre les deux stations apparaissent une fois encore, au niveau des stades fin floraison et fin fructification, ainsi qu'au niveau des fruits mûres. Ce paramètre qui s'avère très élevé à Djibo indique dans une certaine mesure, une excessive hétérogénéité non contrôlée par les facteurs du modèle linéaire. Quant aux autres stades, les valeurs estimées sont normales.

Le test F montre qu'à Gonsé, tous les facteurs du modèle sont très hautement à hautement significatifs pour toutes les variables à l'exception de la fin floraison où aucun facteur n'est significatif. D'ailleurs, le coefficient de détermination de ce stade est très faible par rapport aux trois autres ($R^2 = 0,10$ contre 0,52, 0,53 et 0,55 respectivement pour le stade sans, début et plein floraison). Ces résultats s'expliquent par des difficultés d'appréciation de la

fin floraison. Les rameaux ayant finis la floraison sont confondus le plus souvent avec ceux qui sont sans fleur. L'observateur a toujours tendance à négliger ce stade au profit du stade sans fleurs. A Djibo, contrairement à Gonsé, aucune interaction provenance*date n'est significative. Le facteur provenance n'est significatif que pour trois stades de la feuillaison (A, B et D) et un stade de la floraison (DFL). L'effet bloc n'est pas toujours important comme à Gonsé.

Tableau 19 : Sources de la variation pour les caractères phénologiques à Gonsé et à Djibo chez *Ziziphus mauritiana*.

Station	Stades phénologiques	Signification des facteurs du modèle					
		R ²	CV	Date	Bloc	Provenance	Prov*Date
Gonsé	Floraison						
	SFL	0,52	22,34	***	***	***	***
	DFL	0,53	30,99	***	***	***	**
	PFL	0,55	44,50	***	***	***	***
	FFL	0,10	09,20	NS	NS	NS	NS
	Fructification						
	SFR	0,56	24,05	***	***	***	*
	DFR	0,58	36,32	***	***	***	***
	PFR	0,44	48,98	***	***	***	***
	FFR	0,24	30,07	***	**	**	***
	PMA	0,25	32,31	***	***	***	***
Djibo	Feuillaison						
	A	0,93	18,27	***	***	**	NS
	B	0,15	15,34	***	***	**	NS
	C	0,86	31,76	***	***	NS	NS
	D	0,83	23,44	***	***	***	NS
	Floraison						
	SFL	0,28	16,29	***	***	NS	NS
	DFL	0,06	16,62	NS	NS	***	NS
	PFL	0,08	27,36	***	NS	NS	NS
	FFL	0,26	71,63	***	***	NS	NS
	Fructification						
	SFR	0,60	42,02	***	***	NS	NS
	DFR	0,06	29,80	***	NS	NS	NS
	PFR	0,10	33,62	***	NS	NS	NS
	FFR	0,56	60,23	***	***	NS	NS
	PMA	0,22	83,06	***	**	NS	NS

2.3.1.3.2. Courbes phénologiques des provenances dans les deux stations.

Les figures 3a, 3b, 3c et 3d, représentant l'évolution dans le temps des différents stades de la floraison à Gonsé, confirment les différences entre provenances pour les stades sans, début et pleine floraison. La proportion de rameaux fleuris (début et plein) diminue progressivement pour toutes les provenances du début des suivis pour s'annuler en même temps à la dernière décade de décembre (date 6). L'absence de données antérieures ne permet pas de conclure sur l'existence du facteur précocité. En revanche, des différences d'intensité des stades sont clairement démontrées par l'analyse de variance. Deux groupes se dégagent. Le premier groupe, composé des provenances Bandia, Keur Yora et Lery, est caractérisé par une intensité de floraison (Figures 3b et 3c) plus importante que le second, lequel comprend les provenances Nagathakolla, Falagountou et Dafiré.

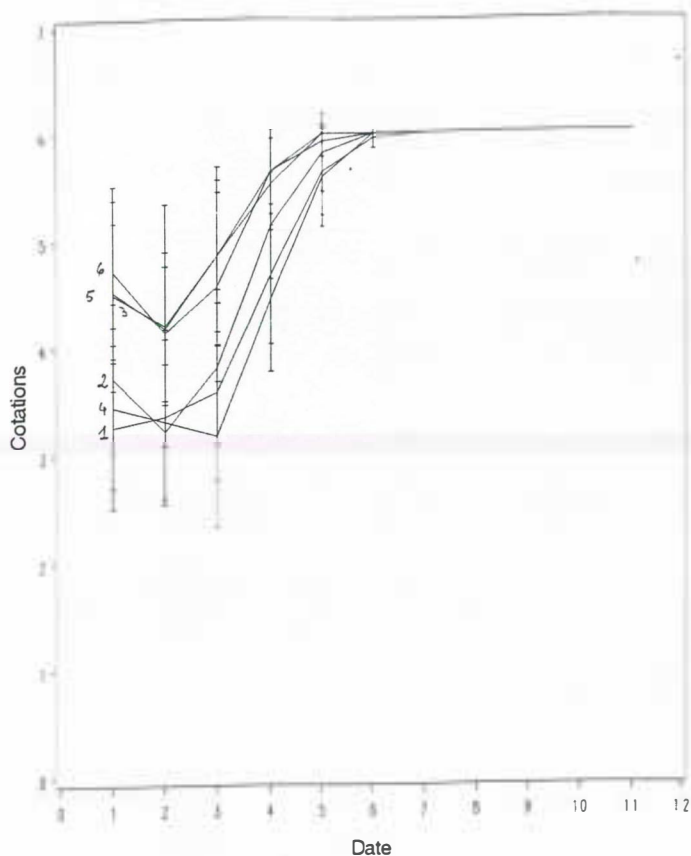


Figure 3a : Stade sans fleur (SFL)

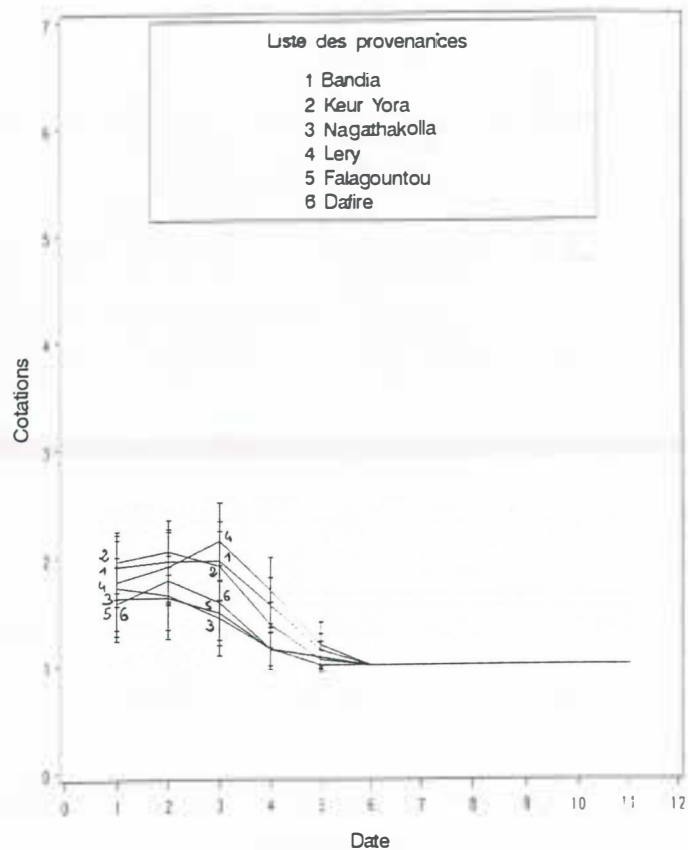


Figure 3b : Stade debut floraison (DFL)

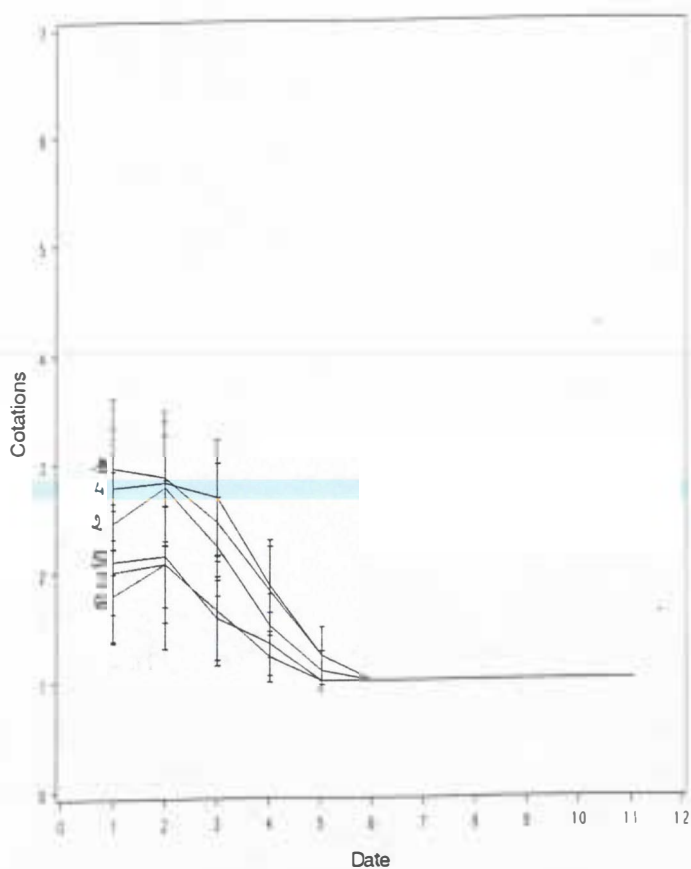


Figure 3c : Stade pleine floraison (PFL)

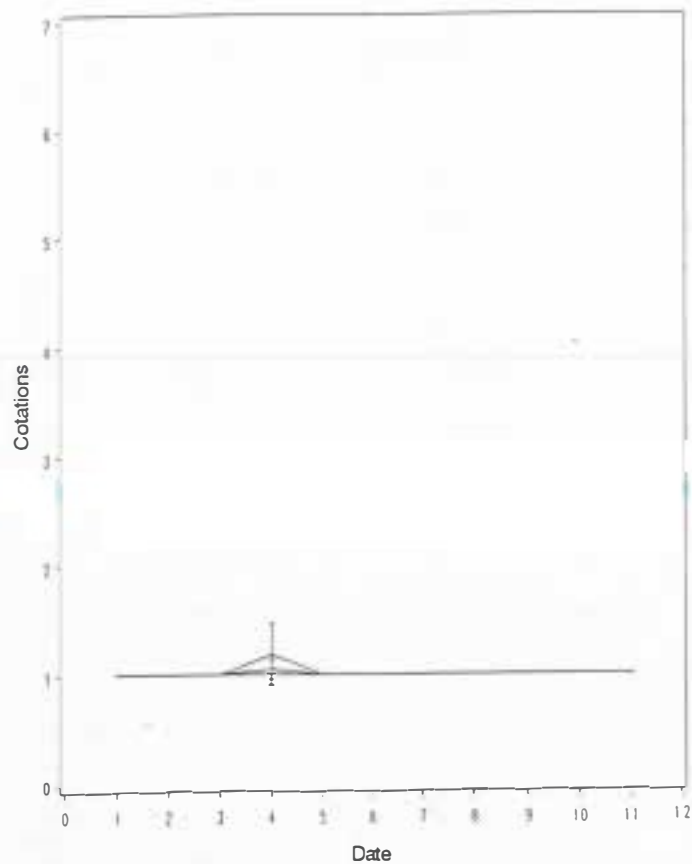


Figure 3d : Stade fin floraison (FFL)

Figures 3 : Evolution des stades de la floraison à Gonsé. Campagne 1998-1999.

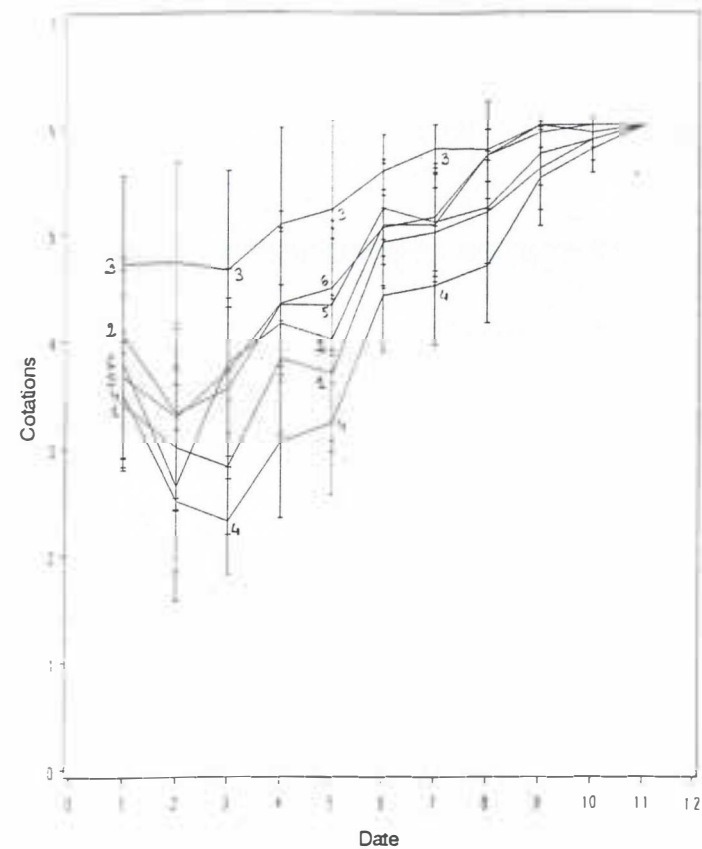


Figure 4a : Stade sans fruit (SFR)

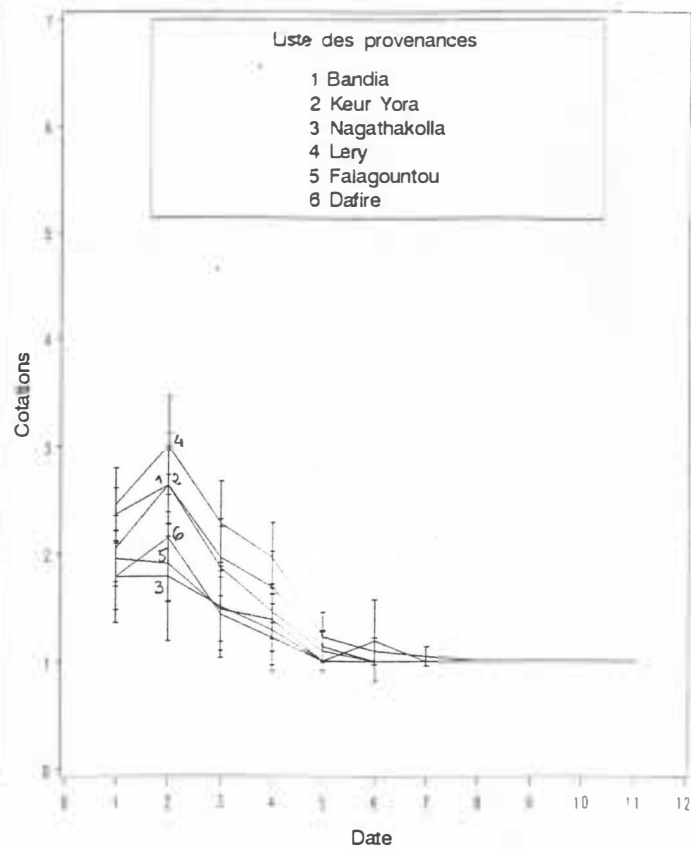


Figure 4b : Stade debut fructification (DFR)

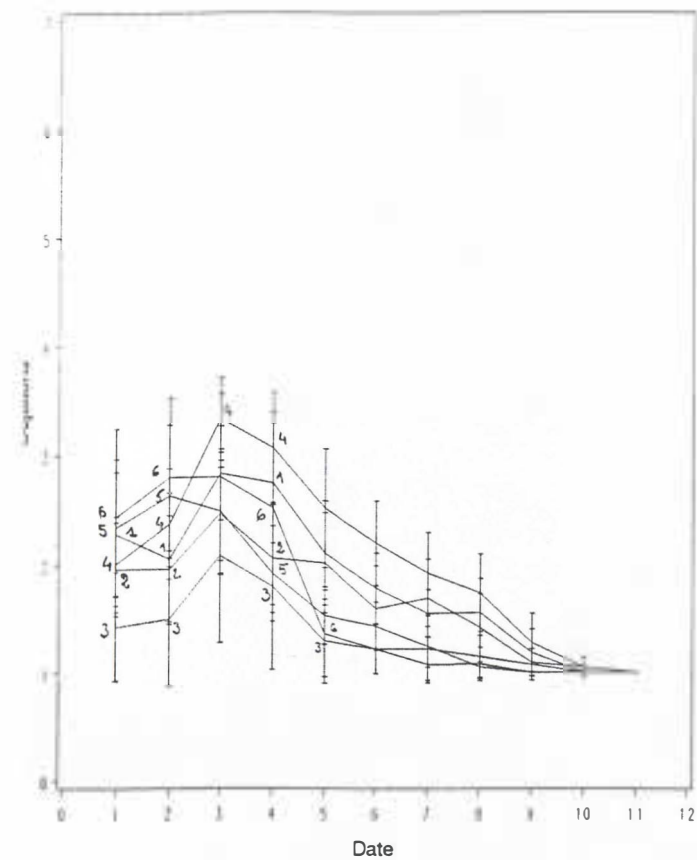


Figure 4c : Stade pleine fructification (PFR)

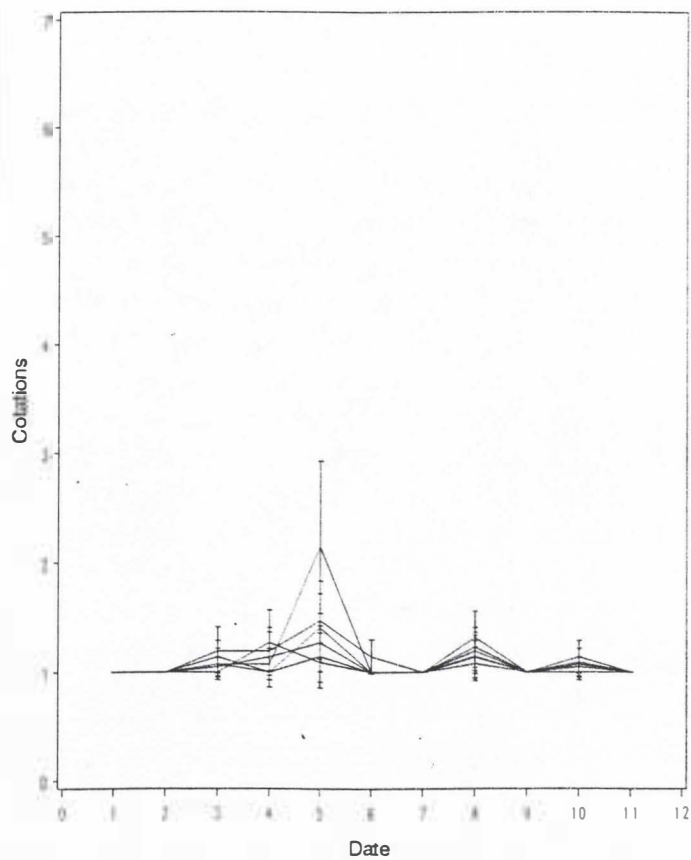


Figure 4d : Stade fin fructification (FFR)

Figures 4 : Evolution des stades de la fructification à Gonsé. Campagne 1998-1999.

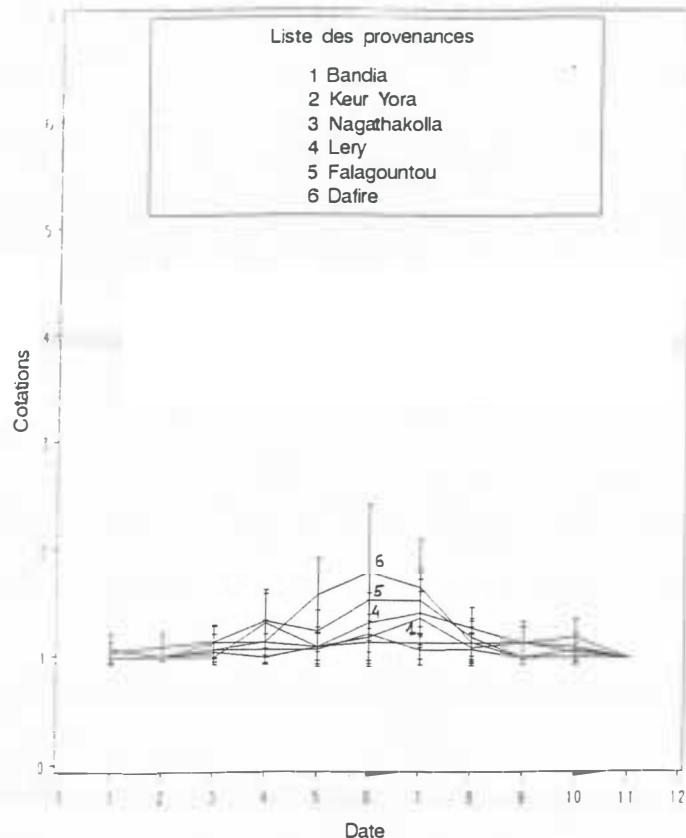


Figure 5 : Evolution du stade fruits matures à Gonsé. Campagne 1998-1999.

Les courbes d'évolution des stades de la fructification de Gonsé (Figures 4) montrent également des différences entre provenances en termes d'intensité. Les courbes n'ont pas toutes la même allure, même si elles semblent se joindre à leurs extrémités, par exemple à la date 11 correspondant à la deuxième décade de février pour le stade sans fruit (Figure 4a) ou à la date 10 pour le stade pleine fructification (Figure 4c). A ce même stade, on peut constater que les courbes de Bandia et Lery ont leurs maxima autour de 2,7-2,8 et 3,0-3,3 respectivement, aux dates 3 et 4 et que les courbes de Falagountou et Dafiré ont les leurs à 2,5-2,6 et 2,8 respectivement, aux dates 2 et 3. Ces dernières ont donc une précocité d'une décade et fructifient moins. Pour le stade fruits matures (Figure 5), la cotation maximale n'atteint pas 2 quelle que soient les provenances et les dates. Ces résultats indiquent des pertes de fruits en cours de formation. On peut avancer deux types de facteurs pouvant expliquer ce phénomène : soit des facteurs abiotiques liés aux intempéries, soit des facteurs biologiques liés à l'espèce. Falagountou et Dafiré ont les plus fortes proportions de rameaux portant des fruits matures alors qu'elles fleurissent et fructifient moins que les autres.

Concernant la phénologie à Djibo, les figures 6a, 6b, 6c et 6d présentent l'évolution des stades A, B, C et D de la feuillaison. On vérifie qu'il n'y a effectivement pas de différences entre les provenances. Le début des observations phénologiques à la mi-novembre coïncide avec le maximum des rameaux en pleine croissance (Figure 6c). Le stade vieilles pousses (Figure 6d) présente une parabole dont le maximum dure tout le mois de janvier. Les premiers rameaux défeuillés apparaissent dans la dernière décade de décembre (Figure 6a) pour toutes les provenances et en fin mai, la défeuillaison est achevée.

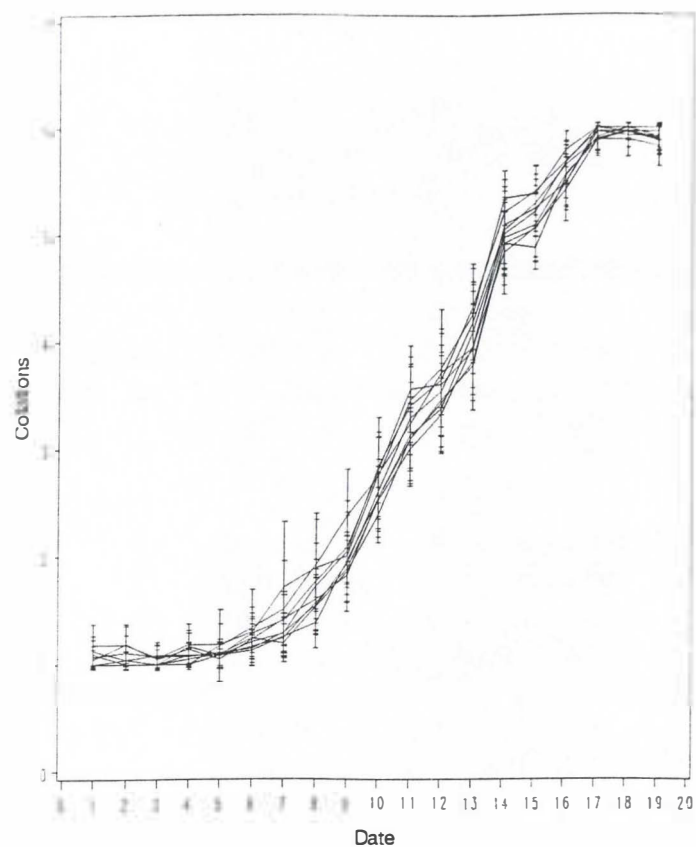


Figure 6a : Stade Rameaux nus (A)

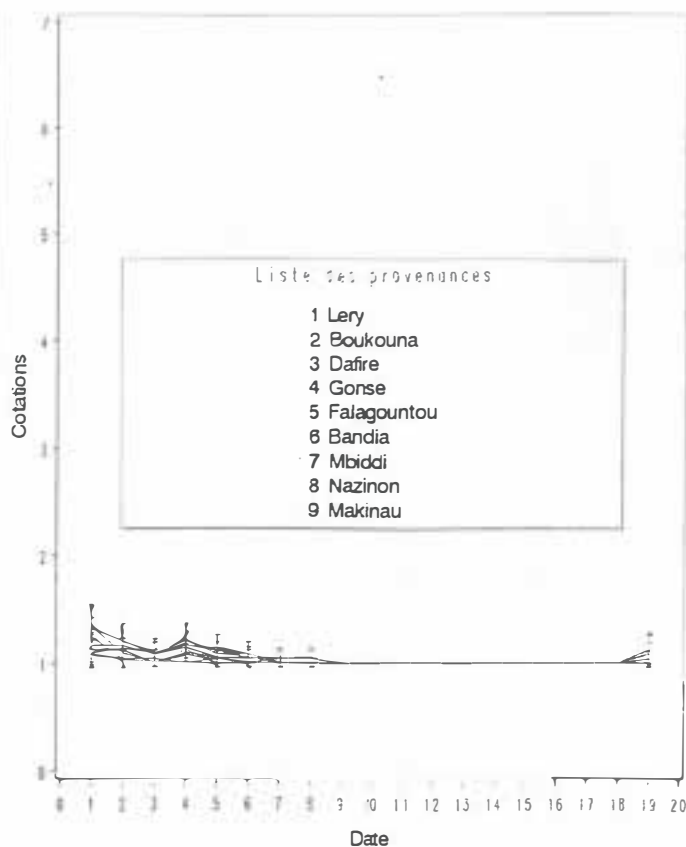


Figure 6b : Stade bourgeons debourres (B)

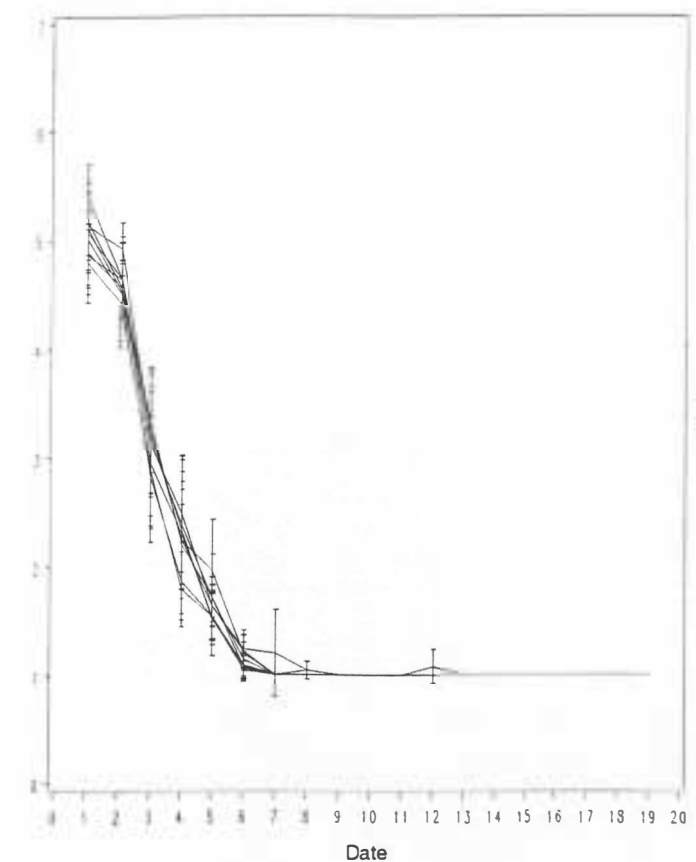


Figure 6c : Stade bourgeons en croissance (C)

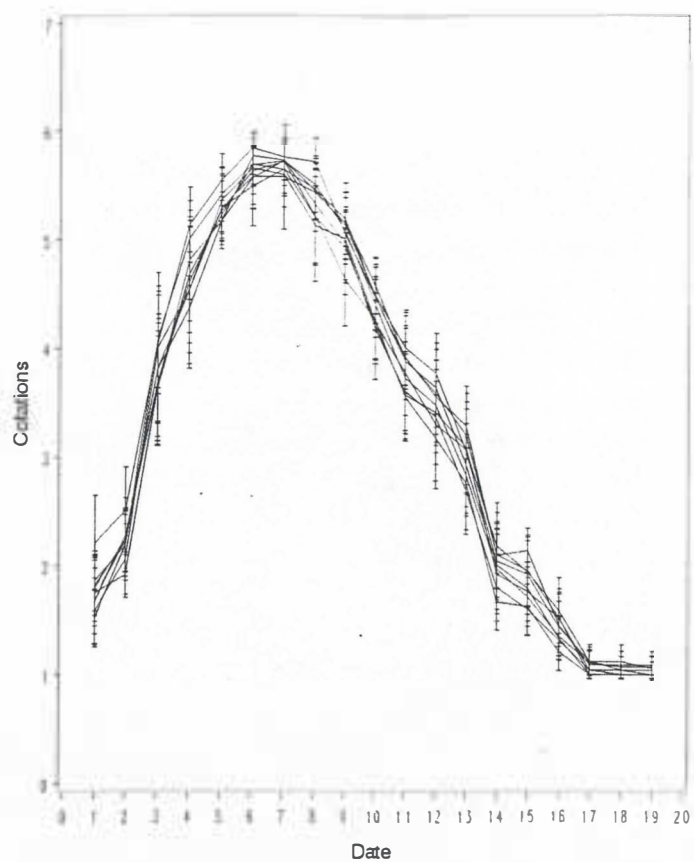


Figure 6d : Stade vieilles pousses (D)

Figure 6 : Evolution des stades de la feuillaison à Djibo. Campagne 1998-1999.

Les figures 7 présentent l'évolution des stades de la floraison à Djibo. Celle-ci prend fin à la dernière décade de janvier. La proportion des rameaux fleuris (Figures 7b et 7c) dépasse à peine la cotation 1. La proportion des rameaux en fin floraison importante dès le départ, décroît progressivement jusqu'à la cotation 1 (Figure 7d).

Pour la fructification, quand les observations ont commencé, les arbres sont en fructification. Peu de rameaux sont sans fruit (Figure 8a) ; la proportion de rameaux en début et en pleine fructification est quasi nulle (Figures 8b et 8c). En revanche, beaucoup de rameaux sont en fin de fructification (Figure 8d). Aucune figure ne fait apparaître des différences de précocité parmi les provenances testées.

La maturité des fruits dure de mi-novembre à mi-mars, soit 4 mois et ce quelque soient les provenances (Figure 9). Le maximum de rameaux portant des fruits mûrs est atteint en fin février avec la cotation 3 (soit 20 à 39 % de rameaux). Comme précédemment, les provenances s'avèrent très homogènes dans leur cycle. A Gonsé, la maturation des fruits apparaît au même moment mais elle est moins étalée ; elle ne dure que trois mois seulement.

2.3.1.4. Conclusion.

Les observations ont commencé tard dans les deux stations, par rapport aux cycles phénologiques de l'espèce. Cela n'a donc pas permis une évaluation précise ni de la précocité, ni de la durée des stades. A partir des données disponibles, on peut difficilement conclure sur les facteurs précocité et étalement des stades.

Feuillaison, floraison et fructification sont imbriquées les unes dans les autres rendant difficile l'observation des stades bien précis. Par exemple, le feuillage dense au moment de la floraison et de la fructification, ne facilite pas du tout l'observation de ces dernières. De plus, le fait que les différents rameaux d'un même arbre (voire les mêmes rameaux) puissent être à la fois en floraison et en fructification introduit obligatoirement des erreurs d'appréciation.

D'une manière générale, il est plus aisé d'observer la feuillaison que la fructification, elle même plus aisée que la floraison. En effet, les feuilles de par leur couleur et leur taille sont plus visibles que les fleurs et les fruits. Les fruits sont plus visibles que les fleurs sans doute pour les mêmes raisons. Les fleurs sont les moins accessibles à l'œil, d'autant plus que la floraison eu lieu lorsque la densité du feuillage est maximale.

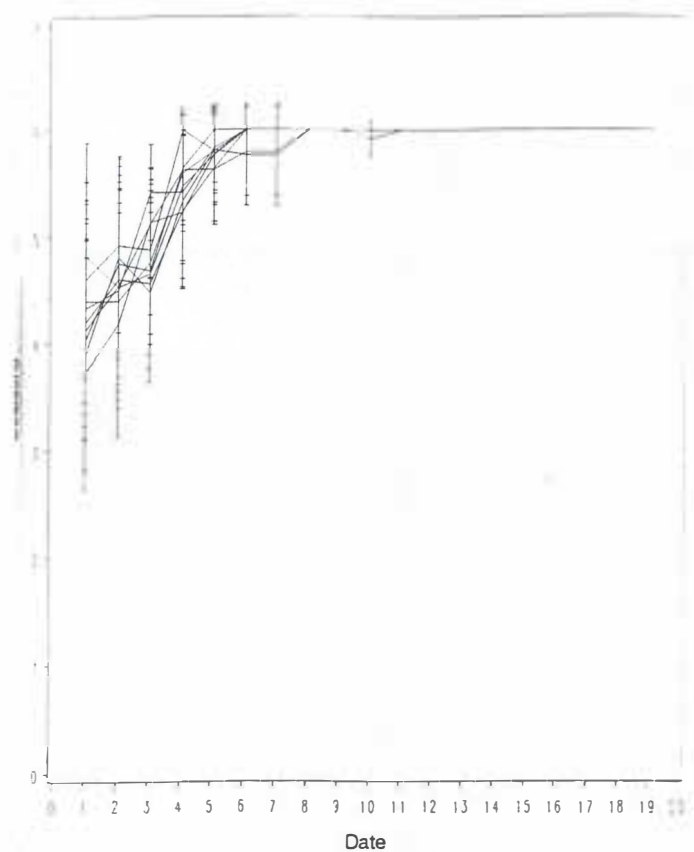


Figure 7a : Stade sans fleur (SFL)

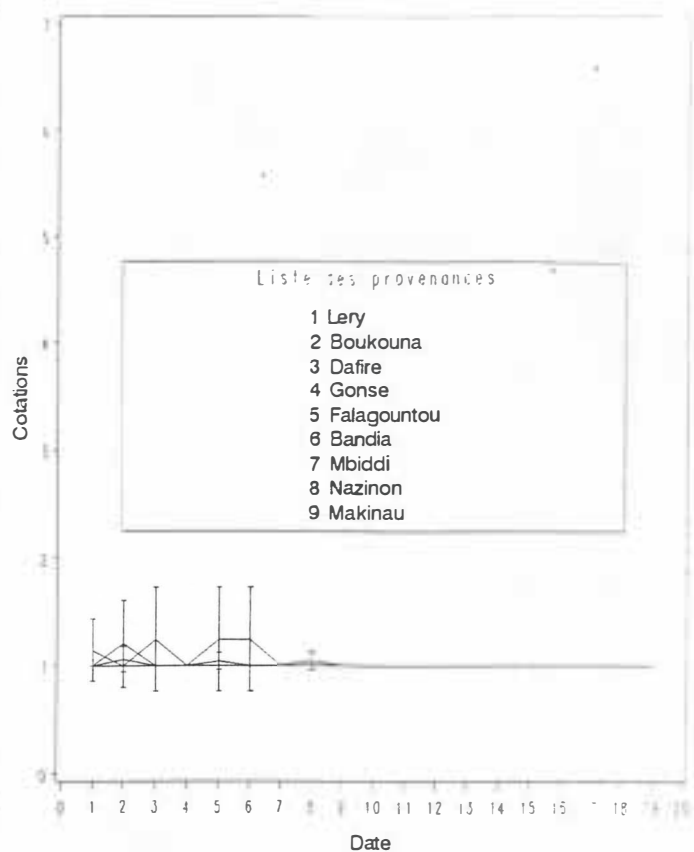


Figure 7b : Stade debut floraison (DFL)

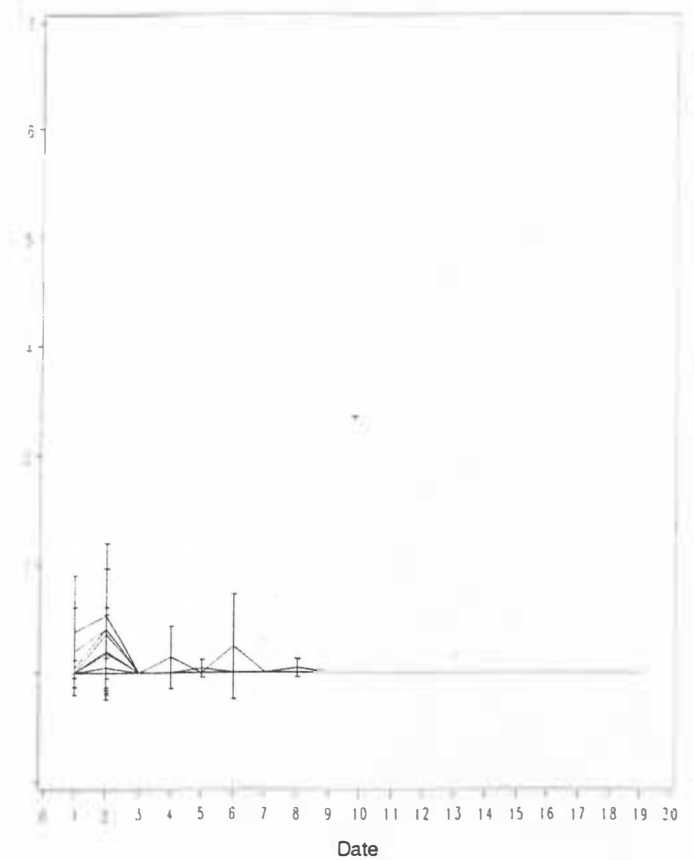


Figure 7c : Stade pleine floraison (PFL)

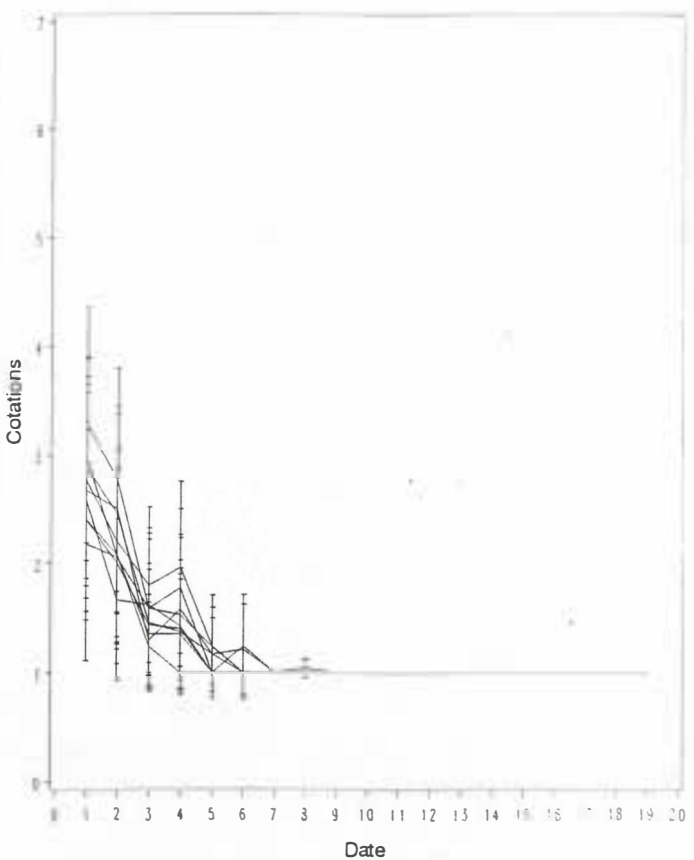


Figure 7d : Stade fin floraison (FFL)

Figure 7 : Evolution des stades de la floraison à Djibo. Campagne 1998-1999.

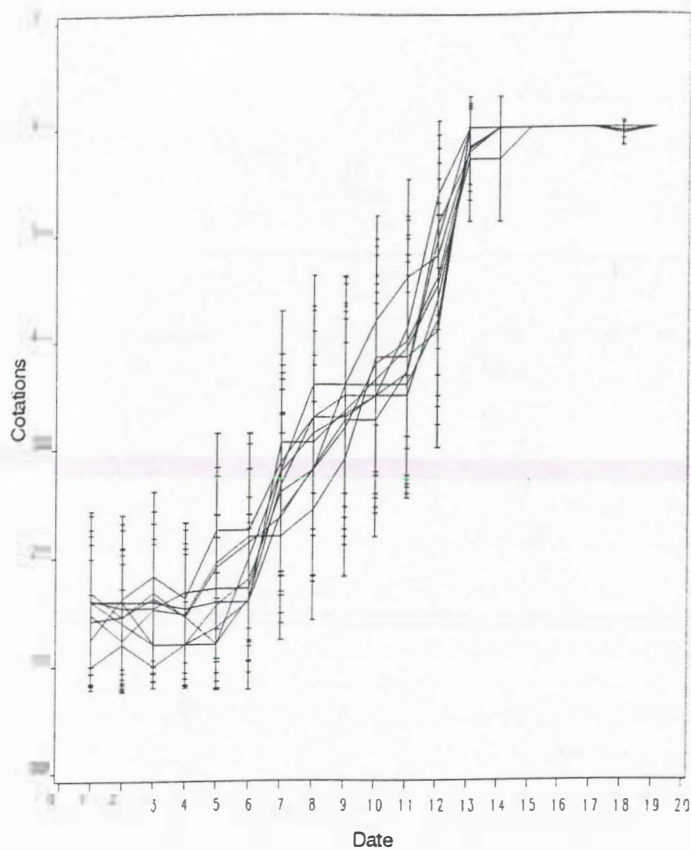


Figure 8a : Stade sans fruit (SFR)

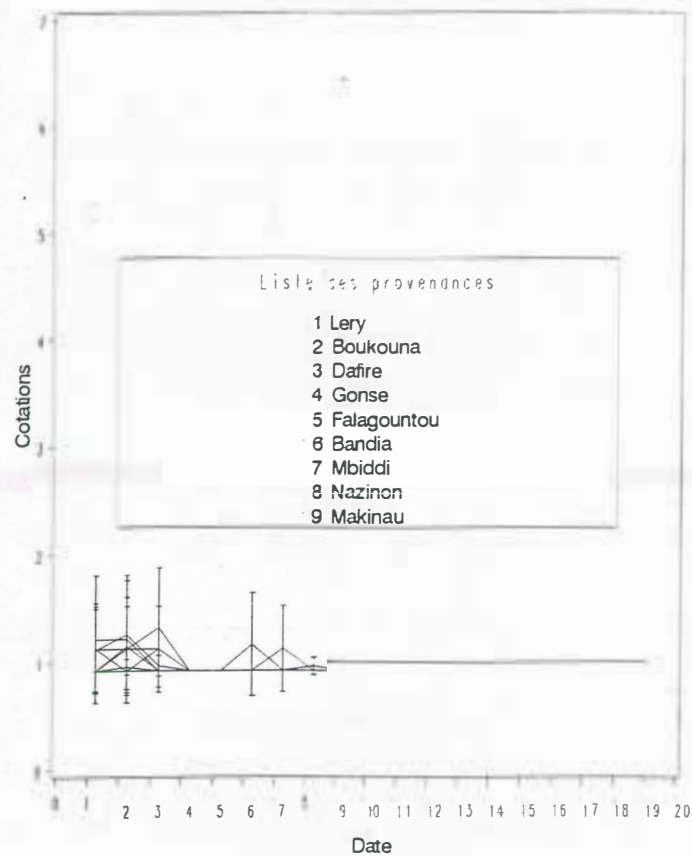


Figure 8b : Stade debut fructification (DFR)

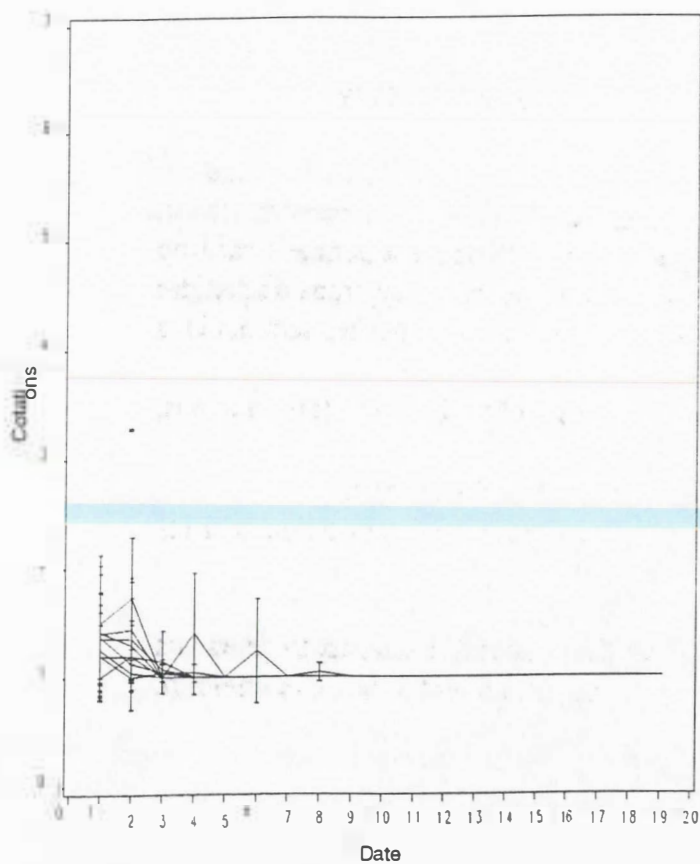


Figure 8c : Stade pleine fructification (PFR)

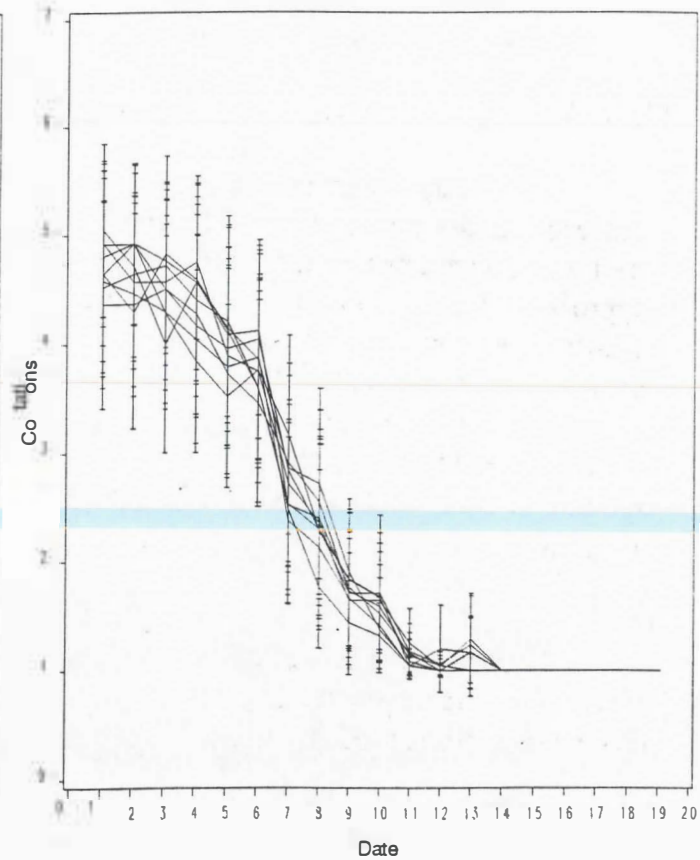


Figure 8d : Stade fin fructification (FFR)

Figure 8 : Evolution des stades de la fructification à Djibo. Campagne 1998-1999.

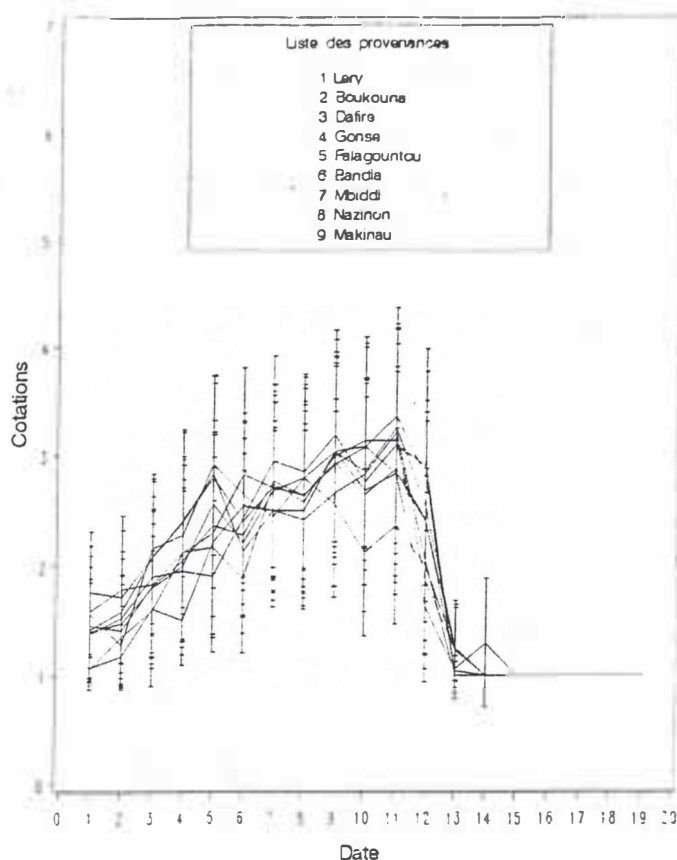


Figure 9 : Evolution du stade fruits matures à Djibo. Campagne 1998-1999.

Si l'observateur rencontre ces difficultés d'appréciation, c'est aussi à cause du protocole actuel consistant à évaluer *de visu* les différents stades selon un système de cotation de 1 à 6. On peut penser que le protocole ainsi défini n'est pas suffisamment pertinent car trop approximatif. Au lieu de suivre l'ensemble des rameaux de l'arbre, nous suggérons de prendre désormais en compte pour cette espèce, un échantillon de rameaux sur lesquelles sera notée la présence ou l'absence d'un stade donné :

- pour la feuillaison nous allons tenir compte de trois stades au lieu de quatre (rameaux nus, feuilles en croissance et vieilles feuilles),
- pour la floraison deux stades au lieu de quatre (sans fleurs et en floraison) et
- pour la fructification trois stades au lieu de quatre : sans fruits, en fructification et fruits arrivés à maturité.

Nous avons enfin constaté tout au long des suivis, l'existence des rameaux toujours nus et qui n'ont jamais produit. Il s'agit d'anciens rameaux ayant déjà fructifié. Seuls les rameaux de l'année auraient produit.

3. ARCHITECTURE DE L'ARBRE SUR TROIS ESPECES MODELES.

Le tronc et le système de ramifications aérien sont à la fois des composantes de la production ligneuse et le support des productions non ligneuses. Parmi les douze espèces, le choix s'est porté sur trois très différentes de par les produits recherchés : il s'agit de *Adansonia digitata*, un grand arbre dont les feuilles et les fruits sont consommés par les populations humaines, *Ziziphus mauritiana*, arbuste fruitier à forte tendance multicaule et enfin de *Khaya senegalensis*, une espèce surtout intéressante pour son bois d'œuvre et secondairement pour ses feuilles appréciées par le bétail.

Les productions ligneuses et non ligneuses peuvent être étudiées dans un cadre très général du modèle des allocations de ressources, décrit par de nombreux auteurs. On peut se référer par exemple à Dillmann (1992) pour la présentation du modèle théorique et Dufrène (1989), pour l'application du modèle au palmier à huile. Le modèle permet de simuler l'élaboration de la production selon un processus séquentiel⁴. Les termes « modèle » et « processus » impliquent une notion dynamique. Mais dans une première étape, nous nous limiterons au seul aspect architectural à un âge bien défini. Les paramètres architecturaux seront reliés aux paramètres phénologiques et de production qui font par ailleurs l'objet d'activités spécifiques.

Connaître les relations entre ces différentes catégories de caractères doit permettre d'identifier un type architectural optimal et à terme d'élaborer soit des critères de sélection avec toutes les qualités requises (efficacité, précocité, rapidité, facilité et faible coût), soit des outils d'aide à la décision en matière d'aménagement et de gestion durables tant au niveau du peuplement dans son ensemble qu'au niveau de l'arbre individuel.

3.1. Objectifs généraux :

Un premier objectif est assez fondamental car il s'agit d'une meilleure connaissance de l'organisation spatiale de l'appareil aérien. Le deuxième objectif serait de trouver des caractères architecturaux pouvant être de bons critères de sélection pour la production foliaire ou la production de bois.

3.2. Site et matériel végétal :

Pour le modèle *Khaya senegalensis*, l'étude sera menée à Dindéresso, pour *Adansonia digitata*, elle le sera à Djibo. Pour *Ziziphus mauritiana* enfin, elle se fera à Djibo et à Gonsé.

3.3. Etat d'avancement des activités :

L'architecture porte sur les différents paramètres de l'organisation de l'appareil végétatif aérien : la hauteur, la circonférence et le nombre de troncs, la longueur, la

⁴ Les trois étapes de l'élaboration de la production :

* acquisition des ressources, à partir de l'énergie solaire, le carbone de l'air, l'eau et les éléments nutritifs du sol,

* allocation de ces ressources aux différentes fonctions (développement/croissance des organes végétatifs et reproducteurs),

* transformation des intrants ainsi acquis en produits finis et quantifiables (matière sèche végétative, quantité de pollen, de fruits, ...).

circonférence à la base, le nombre de ramifications filles, le niveau d'insertion des rameaux sur le rameau porteur, la direction cardinale et l'angle d'insertion des branches.

Les mesures sur *Khaya* ont été faites de février à avril 1999 et celles de *Adansonia* d'août 1998 à février 1999. Les données sur *Adansonia* sont traitées et les résultats préliminaires seront présentés ci-dessous. Concernant *Ziziphus mauritiana*, l'étude est limitée à un petit nombre de caractères architecturaux ainsi qu'aux dimensions des feuilles.

3.3.1. Etudes de quelques caractères architecturaux chez *Ziziphus mauritiana*.

3.3.1.1. Matériel et méthodes.

L'étude porte sur les essais comparatifs de provenances de Gonsé (Go8904) et de Djibo (Dj9002) dont la description détaillée est donnée dans la partie « Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina », à la page 13 de ce document. Les caractères observés sont le nombre de brins, le diamètre minimal et maximal à 50 cm du sol de la touffe formé par les brins, le diamètre est-ouest et nord-sud du houppier. Les observations portent sur tous les individus. Le modèle statistique est identique à celui utilisé pour les variables de croissance ; il comporte deux facteurs contrôlés qui sont le bloc et la provenance, sans interaction bloc*provenance. Les dimensions des feuilles (longueur et largeur maximale) ont été mesurées à Gonsé seulement. Pour ces variables, les mesures portent sur un échantillon aléatoire de 10 à 12 arbres par provenance selon les effectifs disponibles. Six feuilles par rameau en fin de croissance et par arbre ont été prélevées, soit un total de 60 à 72 feuilles par provenance. L'analyse de variance comportera par conséquent le seul facteur provenance.

3.3.1.2. Résultats et discussion.

3.3.1.2.1. Morphologie de l'arbre à Gonsé et à Djibo.

Le modèle statistique explique mieux la variation à Gonsé qu'à Djibo, avec des R^2 de l'ordre de 40 à 50 % pour l'un contre 20 à 30 % pour l'autre (Tableau 20). Les coefficients de variation sont en revanche comparables dans les deux stations. Le matériel de Djibo paraît légèrement plus homogène au niveau des diamètres de houppier que celui de Gonsé, avec un CV de 28,9 contre 34,9 et 37,7. Peut-être est-ce un effet de la moyenne. En effet, il existe une différence de près d'un mètre en faveur de Djibo (71,7 et 82,7 cm plus précisément), même si l'essai de Djibo est plus jeune d'une année. D'autre part, les individus de Djibo comptent aussi plus de brins (4,6 contre 3,5). Ces résultats sont conformes à ceux présentés dans la partie « Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina » sur le même matériel.

Les tests F montrent qu'à Gonsé, il n'y a pas d'effet terrain quelque soit les variables mesurées. Il n'y a pas d'effet provenance non plus pour les diamètres houppier nord-sud et diamètre minimum à 50 cm du sol. Par contre, il existe une différence significative entre provenances pour les variables nombre de brins, diamètre du houppier est-ouest et diamètre maximum à 50 cm du sol. A Djibo, il n'y a pas d'effet provenance ni d'effet bloc pour les variables mesurées à l'exception du diamètre houppier est-ouest où l'effet bloc est significatif. Au regard de ces résultats, nous ne pouvons conclure à de grandes différences morphologiques entre les provenances mais plutôt à une hétérogénéité au sein des provenances.

3.3.1.2.2. Dimensions des feuilles à Gonsé.

Nous constatons que le coefficient de détermination de la variable largeur maximale de la feuille est très faible ($R^2 = 0,08$) par rapport à la longueur ($R^2 = 0,40$). Sans doute la forme elliptique de la feuille a influé sur les mesures de largeur des feuilles. Malgré cela, l'effet provenance reste très hautement significatif pour les deux variables.

Le test de comparaison des moyennes (Tableau 21) présente trois groupes de provenances. Le premier groupe caractérisé par des feuilles de grandes dimensions est constitué des provenances Bandia, Keur Yora du Sénégal et Lery du Burkina. Notons que ces provenances ont déjà une certaine ressemblance au niveau de la floraison (Figures 3 de la page 23). Le second groupe comprend les provenances Dafiré et Falagountou dont les feuilles ont une taille moyenne. La provenance Nagathakolla d'Inde forme le groupe ayant les plus petites feuilles.

Tableau 20 : Sources de la variation pour les caractères morphologiques de l'arbre à Gonsé et Djibo et les dimensions des feuilles à Gonsé chez *Ziziphus mauritiana*.

Caractère	Signification des facteurs du modèle				
	μ essai	R^2	CV	Provenance	Bloc
Gonsé					
Nombre de brins	3,5	0,40	52,4	*	NS
Diamètre houppier Est-Ouest (cm)	303,9	0,43	34,9	*	NS
Diamètre houppier Nord-Sud (cm)	297,3	0,46	37,7	NS	NS
Diamètre minimum à 0,5 m du sol (cm)	32,5	0,46	59,4	NS	NS
Diamètre maximum à 0,5 m du sol (cm)	50,5	0,53	40,0	*	NS
Longueur des feuilles	3,49	0,40	19,3	***	-
Largeur maximale des feuilles	1,95	0,08	18,4	***	-
Djibo					
Nombre de brins	4,6	0,25	55,2	NS	NS
Diamètre houppier Est-Ouest (cm)	375,6	0,31	28,9	NS	*
Diamètre houppier Sud-Ouest (cm)	380,6	0,23	28,9	NS	NS

Tableau 21 : Classement des provenances sur la base du test de Duncan.

Provenances	Longueur (*)		Largeur (*)	
1. Bandia (Sénégal)	4,02	A	2,07	A
2. Keur Yora (Sénégal)	4,01	A	2,04	A
3. Nagathakolla (Inde)	2,42	C	1,79	C
4. Lery (Burkina)	3,85	A	2,00	A
5. Falagountou (Burkina)	3,16	B	1,90	AB
6. Dafiré (Burkina)	3,32	B	1,81	BC

(*) Les chiffres portant les mêmes lettres ne sont pas significativement différents.

3.3.1.3. Conclusion.

Pour le moment, nous notons une différence significative de la dimension des feuilles au niveau des provenances. D'autres études prévues sur l'architecture (nombre de feuilles sur les rameaux), permettront de différencier davantage les provenances.

3.3.2. Architecture du baobab.

Le baobab (*Adansonia digitata* L.) est une espèce ligneuse à usages multiples très répandue dans le paysage soudano-sahélien d'Afrique de l'Ouest et bien connue par les populations pour ses qualités nutritionnelles et médicales. A l'exception de son bois, toutes les parties de la plante sont utilisables.

Nous voulons nous intéresser à la production foliaire et à ses composantes. Celle-ci est conditionnée par un certain nombre de facteurs dont le facteur génétique. Afin d'évaluer la variabilité génétique disponible, un essai comportant cinq provenances de trois pays (Burkina Faso, Sénégal et Kenya) a été mis en place. Le suivi de la croissance juvénile a permis de constater une variabilité importante en termes de survie, de vigueur et de cycle phénologique.

La présente étude aborde l'architecture de l'arbre en tant que support de la production foliaire. Une meilleure connaissance de l'organisation architecturale de la plante permettra en effet de raisonner le choix du matériel végétal, l'aménagement des peuplements et la gestion de l'arbre de sorte à obtenir une production soutenue et régulière.

3.3.2.1. Matériel et méthodes.

3.3.2.1.1. Matériel végétal et dispositif statistique.

Cinq provenances de quatre pays sont testées (Tableau 22). L'essai a été planté à Djibo en juillet 1989, selon un dispositif orienté Nord-Sud (Figure 10). Il existe une légère pente de direction Sud Sud Ouest-Nord Nord Est ; l'eau de pluie ruisselle vers un marigot temporaire, situé au nord de la parcelle. Le dispositif comporte 40 blocs complets randomisés, avec les parcelles unitaires de 4 m x 4 m monoarbres.

Tableau 22 : Liste des provenances d'*Adansonia digitata* testées à Djibo.

N°	Provenance	Pays d'origine	N° d'origine
1	Mansongaloni	Kenya	?
2	Gede	Kenya	?
3	Bandia	Sénégal	87/1845/ISRA/DRPF
4	Korogho	Côte d'Ivoire	178/89.CTFT/RCI
5	Djibo	Burkina Faso	MET/DJIBO

3.3.2.1.2. Protocole de mesure.

Compte tenu de son caractère nouveau, il a été envisagé de commencer l'étude sur un échantillon de 40 arbres. Afin de répartir le choix des arbres sur l'ensemble de l'essai, les 40 blocs ont été regroupés par cinq, formant ainsi 8 grands blocs. Il suffit alors de choisir un arbre par provenance et par grand bloc ; soit un total de 8 arbres par provenance. Tous les rameaux

par provenance et par grand bloc ; soit un total de 8 arbres par provenance. Tous les rameaux dont la circonférence au gros bout est inférieure à 5 cm ne seront pas mesurés. Pour chaque arbre, deux catégories de variables sont considérées :

1. Variables générales de l'arbre :

- * le nombre de troncs,
- * la hauteur maximale (Hautronc) de l'arbre,
- * la circonférence au collet (Cirtronc) de chaque tronc,
- * les diamètres minimum et maximum de la canopée (Diamihou et Diamahou) des troncs,

2. Variables relatives aux ramifications d'ordre 1 à 3

- * l'identification de la ramification par trois numéros (n1, n2 et n3),
- * sa longueur (Longram),
- * sa circonférence au gros bout (Cirgsbou),
- * le niveau (Niveau) et l'angle (Angle) d'insertion sur la ramification mère,
- * le nombre de ramifications filles (Nbram),
- * la direction cardinale (Dircard).

3.3.2.1.3. Méthodes statistiques.

Les données d'architecture sont de nature continue, à l'exception de la direction cardinale. Par conséquent, on peut utiliser l'analyse de variance pour l'aspect univariable et l'analyse factorielle discriminante pour l'aspect multivariable. Pour l'analyse de variance, le modèle statistique doit comporter les facteurs répétition (ou grand bloc) et provenance :

$$(1) Y_{ij} = \mu + P_i + R_j + E_{ij} \quad \text{où}$$

- Y_{ij} valeur observée de l'arbre de la provenance i dans la répétition ou grand bloc j ,
- μ la moyenne générale de l'essai,
- P_i l'effet de la provenance i (i variant de 1 à 5),
- R_j l'effet de la répétition j (j variant de 1 à 8) et
- E_{ij} l'écart entre la valeur observée de l'arbre ij à la valeur prédite.

Le modèle s'applique directement aux variables générales de l'arbre (la hauteur totale, la circonférence à la base et les diamètres de houppier). Pour les caractéristiques de rameaux, nous proposons une analyse en deux étapes. La première étape consiste à tirer des variables synthétiques pour chaque tronc de chaque arbre, indépendamment du dispositif expérimental et la deuxième consiste à appliquer le modèle d'analyse de variance. Les variables synthétiques sont les suivantes :

- * le nombre de ramifications primaires portées par le tronc (Ram1),
- * le nombre de ramifications secondaires portées par un rameau primaire moyen (Ram2),
- * la longueur moyenne des rameaux primaires (Long1) et secondaires (Long2),
- * la circonférence au gros bout des rameaux primaires (Circ1) et secondaires (Circ2),
- * l'angle d'insertion des ramifications au rameaux mères (Angle1 et Angle2),
- * le nombre d'étages de rameaux primaires visibles (Etages),

3.3.2.2. Résultats et discussion.

3.3.2.2.1. Taux de survie.

Neuf ans après la plantation, le taux moyen de survie est de 61 %. Mais les différences sont importantes entre les provenances (Tableau 23). Deux groupes se distinguent : le groupe Kenya/Sénégal où la survie est excellente (quatre arbres et plus sur cinq) et le groupe Burkina Faso/Côte-d'Ivoire où la survie est médiocre (moins d'un arbre sur trois). La provenance locale de Djibo survit donc moins bien que les provenances du Kenya et du Sénégal. Seule, la provenance ivoirienne est moins bien classée que celle de Djibo. Djibo est probablement une station trop sèche pour cette provenance. Il est intéressant de remarquer que les pieds survivent mieux au nord de la parcelle et ce sont aussi parmi les plus grands de l'essai. On peut penser que cette meilleure survie soit due à la présence du marigot temporaire. Ces résultats concordent avec ceux à 18 mois qui montrent que les provenances locale et ivoirienne connaissent une surmortalité des individus dès le plus jeune âge.

Tableau 23 : Taux de survie en janvier 1993 et en novembre 1998 chez *Adansonia digitata* à Djibo.

Provenance	Taux de survie (%)		Observations à 9 ans
	18 mois	9 ans	
1. Mansongaloni (Kenya)	97,5	85,0	Mortalité nulle dans 4 grands blocs (I, II, IV, VII)
2. Gede (Kenya)	80,0	80,0	0 à 2 arbres morts par grand bloc
3. Bandia (Sénégal)	90,0	85,0	Mortalité nulle dans 3 grands blocs (I, III, V)
4. Korhogo (Côte d'Ivoire)	42,0	22,5	Mortalité totale dans 3 grands blocs (I, II, V)
5. Djibo (Burkina Faso)	50,0	32,5	Mortalité totale dans 2 grands blocs (V, VII)

3.3.2.2.2. Conséquence de la mortalité sur le choix de l'échantillon.

Quarante sept arbres ont été choisis et mesurés. La mortalité est telle dans certaines provenances qu'il est impossible d'obtenir une répartition équilibrée des individus dans les grands blocs. Ainsi, la provenance Korogho est absente dans le quart sud de l'essai (le plus sec de la parcelle). Il est possible d'échantillonner les provenances au *pro rata* des effectifs sur pied pour que l'échantillon ait la taille fixée *a priori*. Dans ce cas, les effectifs des provenances Korogho et Djibo seraient très réduits, 3 ou 4 arbres contre 10 ou 11 pour les autres provenances, ce qui est insuffisant pour une analyse statistique pertinente.

C'est pourquoi, nous avons préféré respecter un effectif minimum de 8 arbres par provenance ; ce qui nous a amenés notamment à retenir dans la provenance Korogho, les trois pieds survivants du grand bloc VII plus humide et donc plus favorable à la survie de la provenance. Dans les provenances où la survie est très bonne, entre 9 et 12 arbres ont été choisis, soit 1 à 4 arbres de plus que le minimum requis. Les arbres retenus pour l'étude sont finalement répartis comme suit (Tableau 24) :

Tableau 24 : Effectifs d'arbres choisis par grand bloc et par provenance.

		Nombre d'arbres choisis par grand bloc et par provenance								
Provenance		II	III	IV	V	VI	VII	VIII	Total	
1.	Mansongaloni (Kenya)	2	1	1	1	2	1	1	1	10
2.	Gede (Kenya)	1	2	1	1	1	1	1	1	9
3.	Bandia (Sénégal)	2	2	2	2	1	1	1	1	12
4.	Korhogo (Côte d'Ivoire)	0	0	1	2	0	1	3	1	8
5.	Djibo (Burkina Faso)	1	1	1	1	0	2	0	2	8
Total		6	6	6	7	4	6	6	6	47

3.3.2.2.3. Les mensurations.

Sur l'échantillon de 47 arbres, la circonférence à la base du tronc est la variable qui discrimine le mieux les provenances et les grands blocs (Tableau 25).

Tableau 25 : Sources de la variation des variables générales selon le modèle (1) chez *Adansonia digitata* à Djibo..

	Moyenne	CV	R ²	Signification du test F	
				Grand bloc	Provenance
Hautrunc	388,1	22,1	0,26	NS	NS
Cirtrunc	90,4	25,0	0,50	*	***
Diamihou	302,8	28,5	0,34	NS	*
Diamahou	367,2	26,3	0,27	NS	NS

La provenance Korogho se différencie des autres par son caractère chétif, seulement 54 cm de circonférence au collet et 221 cm de diamètre minimum de houppier (Tableau 26). Ce résultat est à mettre en parallèle avec la faible survie de la provenance (Tableau 23). Pour ces variables, il serait souhaitable de considérer l'ensemble des arbres de l'essai. Dans ces conditions, les différences entre provenances apparaîtraient certainement plus significatives.

Tableau 26 : Mensurations moyennes (ajustées), minimales et maximales des provenances d' *Adansonia digitata* à Djibo.

Provenance	Effectif	Hautrunc	Cirtrunc	Diamihou	Diamahou
1 Mansongaloni (Kenya)	10	388 (350-450)	98 (58-125)	346 (250-450)	406 (270-500)
2 Gede (Kenya)	9	379 (280-450)	92 (62-111)	291 (170-370)	379 (230-550)
3 Bandia (Sénégal)	12	391 (275-550)	107 (57-160)	343 (190-450)	401 (250-500)
4 Korogho (Côte d'Ivoire)	8	353 (150-600)	54 (25-120)	221 (056-460)	297 (150-550)
5 Djibo (Burkina Faso)	8	429 (310-600)	93 (47-122)	306 (180-360)	331 (200-400)
Moyenne	47	388	90	303	367

Certains arbres présentent deux tiges. Dans l'échantillon, c'est dans les provenances Masongaloni du Kenya et Bandia du Sénégal que l'on trouve le plus grand nombre d'arbres multicaules (4 et 3 respectivement contre 1 seul pour les autres provenances), sans que l'on puisse conclure statistiquement sur ce caractère. Pour les analyses qui suivent, 57 tiges seront considérées.

3.3.2.2.4. Etude du système de ramifications.

Distribution des rameaux :

Pour l'étude des ramifications, nous avons mesuré au total 3123 rameaux, dont 1344 rameaux primaires, 1552 secondaires et seulement 227 rameaux tertiaires. Ces rameaux sont différemment répartis selon les provenances (Tableau 27). Nous constatons que la provenance Bandia investit davantage dans les rameaux secondaires que primaires. A l'inverse, les provenances Korogho et Djibo privilégient les rameaux primaires au dépens des rameaux d'ordre immédiatement supérieur. Les provenances du Kenya présentent de ce point de vue un comportement intermédiaire. Les rameaux tertiaires qui sont considérés dans cette étude sont peu nombreux car une majorité d'entre eux ne dépasse pas 5 cm de circonférence de diamètre au gros bout. Leur pertinence doit donc être très faible. Il est très probable que le développement des ramifications d'ordre élevé s'accompagne d'une production de feuilles plus élevée; puisque de tels rameaux permettent d'explorer au mieux l'espace autour du tronc.

Tableau 27 : Nombre moyen de ramifications primaires, secondaires et tertiaires par tronc en fonction des provenances d' *Adansonia digitata* à Djibo..

Provenance	Effectifs	Nombre de troncs	Nombre de ramifications par tronc		
			Primaires	Secondaires	Tertiaires
Masongaloni	10	14	20,9	28,1	7,1
Gede	9	10	24,2	26,4	10,2
Bandia	12	15	17,9	33,8	7,9
Korogho	8	9	27,3	22,4	9,5
Djibo	8	9	30,4	22,3	3,0

Cependant, ces résultats doivent être examinés avec prudence, pour deux raisons. Tout d'abord, l'échantillon n'est sans doute pas très représentatif du matériel végétal planté. Compte tenu de la surmortalité au sein de la provenance Korogho, on peut penser que les troncs survivants sont en réalité des rejets dont l'âge physiologique est plus faible. Or, il est très vraisemblable que l'allocation des ressources aux différentes de la plante varie avec l'âge. Ensuite, tous les rameaux n'ont pas été comptés et mesurés. En particulier, les rameaux tertiaires sont très mal considérés car peu d'entre eux dépassent le seuil de 5 cm de circonférence au gros bout, qui nous avons fixé *a priori*. Il aurait été souhaitable de fixer des seuils plus bas pour les ramifications d'ordre élevé. Concernant le comptage, il serait plus judicieux de prendre en compte tous les rameaux visibles. Dans les analyses qui suivent, l'ordre 3 ne sera plus considéré.

Source de la variation des variables :

L'analyse de variance pour les deux premiers ordres montre que les provenances diffèrent seulement pour deux variables d'ordre 1 (Tableau 28). Le coefficient de variation est acceptable pour la plupart des variables. Il ne l'est cependant pas pour le nombre de ramifications portées par les rameaux (Nbram1 et Nbram2). La moindre pertinence des variables d'ordre 2 (R^2 parmi les plus faibles) doit encore pouvoir s'expliquer par le choix du seuil unique de 5 cm de circonférence pour le comptage. Pour la variable Ram2 (nombre de ramifications secondaires portées par un rameau primaire moyen), le coefficient de variation est

de plus extrêmement élevé (72,4). Néanmoins, cette variable permet de différencier les provenances. L'effet grand bloc n'est pas significatif à une exception près (Angle1).

Tableau 28 : Sources de la variation des caractéristiques architecturales chez *Adansonia digitata* à Djibo.

					Signification du test F des facteurs	
	Variable	Moyenne	CV (%)	R ²	Grand bloc	Provenance
1	Ram1	23,5	45,7	0,34	NS	NS
	Long1	131,7	22,1	0,37	NS	*
	Circ1	11,8	29,8	0,29	NS	*
	Angle1	71,3	13,3	0,45	**	NS
2	Ram2	1,3	76,4	0,28	NS	NS
	Long2	92,8	16,8	0,24	NS	NS
	Circ2	6,4	15,3	0,18	NS	NS
	Angle2	55,0	16,0	0,21	NS	NS
Ram1 / Ram2 : Nombre de ramifications portées par le tronc ou par un rameau primaire Long1 / Long2 : Longueur de ramification d'ordre 1 ou 2 Circ1 / Circ2 : Circonférence au gros bout de la ramification d'ordre 1 ou 2 Angle1 / Angle2 : Angle d'insertion de la ramification d'ordre 1 ou 2 sur la ramification mère Nbram1 / Nbram2 : Nombre de ramifications portées par la ramification d'ordre 1 ou 2						

Classement des provenances

Pour les deux variables discriminantes, le classement des provenances montre trois groupes en terme de vigueur (Tableau 29) : la provenance Bandia du Sénégal qui présente le système de ramifications le plus vigoureux, la provenance Korogho de Côte d'Ivoire est la moins vigoureuse et le groupe constitué par les provenances kényanes et celle de Djibo qui sont intermédiaires. Ces résultats concordent bien avec les données de survie (Tableau 23) et dans une moindre mesure avec celles de la croissance générale (Tableau 26).

Tableau 29 : Moyennes ajustées des provenances d'*Adansonia digitata* pour les variables d'architecture les plus discriminantes à Djibo.

Provenance	Nbre de troncs	Long1	(*)	Circ1	(*)
1. Mansongaloni (Kenya)	14	144,4	A	11,7	AB
2. Gede (Kenya)	10	127,2	AB	12,4	AB
3. Bandia (Sénégal)	15	145,7	A	13,9	A
4. Korogho (Côte d'Ivoire)	9	101,6	B	8,3	B
5. Djibo (Burkina Faso)	9	121,6	B	11,4	AB

(*) Test de comparaison de moyennes de Duncan. Les mêmes lettres indiquent que les différences ne sont pas significatives au seuil de 5 %.

Etude des relations entre caractères

On peut remarquer d'abord que toutes les corrélations sont positives (Tableau 30). Les variables relatives aux troncs (hautrunc, cirtrunc, diamihou et diamahou) sont très liées entre elles tant au niveau phénotypique (0.59 à 0.90) que résiduel (0.65 à 0.92). Ces mêmes variables sont également corrélées mais à un degré moindre à celles relatives aux rameaux d'ordre un et deux (dont elles sont la résultante), à l'exception néanmoins de l'angle d'insertion.

Par comparaison, les variables relatives aux rameaux primaires sont moins corrélées entre elles. Les plus fortes liaisons concernent d'une part la longueur et la circonférence au gros bout (deux variables de vigueur) et d'autre part, le nombre de branches et leur angle d'insertion. Cette dernière résulterait du fait que les branches primaires passent d'un état orthotrope à un état plagiotrope à mesure qu'elles vieillissent. Les arbres ayant de nombreuses branches sont celles qui ont une plus forte proportion de vieilles branches insérées au tronc avec un angle droit.

La même remarque s'applique à l'ordre deux quant aux relations longueur-circonférence et nombre de branches-angle d'insertion. Mais il faut ajouter que le nombre de rameaux de cet ordre est également corrélée à la longueur et la circonférence au gros bout.

Quant aux corrélations entre ordre 1 et ordre 2, elles sont assez fortes entre les variables de même nature. C'est le cas également entre les mensurations d'ordre 1 (Long1 et Circ1) avec l'ensemble des variables d'ordre supérieur (Ram2, Long2, Circ2 et Angle2). Tout se passe donc comme si le développement du système primaire conditionne celui du système secondaire mais la réciproque n'est pas vraie.

Tableau 30 : Structure des corrélations phénotypiques (dessus) et résiduelles (dessous) entre les variables d'architecture chez *Adansonia digitata* à Djibo.

	Hautrnc	Cirtrnc	Diamihou	Diamahou	Ram1	Long1	Circ1	Angle1	Ram2	Long2	Circ2	Angle2
Hautrnc	-	0.62 ***	0.66 ***	0.59 ***	0.53 ***	0.54 ***	0.31 *					
Cirtrnc	0.65 ***	-	0.77 ***	0.69 ***	0.38 **	0.71 ***	0.59 ***		0.44 ***	0.51 ***	0.38 **	
Diamihou	0.69 ***	0.71 ***	-	0.90 ***	0.37 **	0.74 ***	0.50 ***		0.42 **	0.63 ***		
Diamahou	0.66 ***	0.72 ***	0.92 ***	-		0.84 ***	0.61 ***		0.54 ***	0.75 ***		
Ram1	0.51 ***	0.46 **	0.50 ***	0.45 **	-			0.56 ***				
Long1	0.60 ***	0.72 ***	0.71 ***	0.78 ***	0.33 *	-	0.77 ***		0.66 ***	0.83 ***	0.40 **	0.28 *
Circ1	0.35 *	0.54 ***	0.42 **	0.55 ***		0.77 ***	-		0.76 ***	0.68 ***	0.75 ***	0.28 *
Angle1					0.50 ***			-				0.47 ***
Ram2		0.40 **	0.31 *	0.43 **		0.56 ***	0.70 ***		-	0.44 ***	0.35 **	0.33 *
Long2	0.56 ***	0.68 ***	0.74 ***	0.78 ***	0.39 **	0.89 ***	0.75 ***		0.44 **	-	0.54 ***	
Circ2		0.33 *				0.46 **	0.76 ***		0.34 *	0.62 ***	-	
Angle2							0.30 *	0.48 ***	0.39 **			-

N. B. : Les corrélations non significatives ne sont pas figurées.

Analyse factorielle discriminante

L'analyse factorielle discriminante est basée sur les douze variables définies précédemment et les cinq classes correspondant aux cinq provenances. Du fait des données manquantes pour les variables d'ordre 2, l'étude porte sur 55 troncs qui sont répartis de la façon suivante :

Provenance	Effectif	Pourcentage
1	14	25,5
2	9	16,4
3	15	27,2
4	8	14,5
5	9	16,4

Le nombre d'axes est de quatre, soit le nombre de classes moins un, car il y a moins de classes que de variables. L'axe un explique à lui seul 53 % de l'inertie interclasse. C'est aussi le

seul axe qui discrimine significativement les provenances. L'axe deux, bien que représentant 27 % de l'inertie totale n'est pas significatif.

Tableau 31 : Structure des corrélations phénotypiques (dessus) et résiduelles (dessous) entre les variables d'architecture chez *Adansonia digitata* à Djibo.

Axe	Inertie	Pourcentage	Seuil de signification au test F
1	1,218	53	**
2	0,615	27	NS
3	0,366	16	NS
4	0,107	04	NS

La structure des corrélations entre les axes et les variables est donnée dans le tableau 32, pour les deux premiers axes. La corrélation interclasse de l'axe 1 avec les variables de croissance en diamètre (Cirtronc Diamihou, Diamahou) est fortement positive. De même celle avec les variables de croissance des rameaux primaires (Long1 et Circ1) et le nombre et l'angle d'insertion des rameaux secondaires (Ram2 et Angle2). En revanche, la corrélation est fortement négative pour ce qui concerne la hauteur du tronc (Hautronc) et le nombre de branches primaires (Ram1). Tout se passe donc comme si au niveau des provenances, il existe un antagonisme entre la croissance verticale et la croissance horizontale. Cet aspect n'apparaît pas ni au niveau des corrélations phénotypiques ni au niveau des corrélations résiduelles (obtenues après l'analyse de variances).

Tableau 32 : Structure des corrélations canoniques entre les axes et les variables d'architecture chez *Adansonia digitata* à Djibo.

Variable	Corrélations entre les axes et les variables d'origine					
	Totale		Interclasses		Intraclasses	
	Axe1	Axe2	Axe1	Axe2	Axe1	Axe2
Hautronc	-0.19	-0.10	-0.69	-0.31	-0.13	-0.08
Cirtronc	0.43	-0.14	0.91	-0.24	0.31	-0.12
Diamihou	0.38	0.10	0.90	0.20	0.27	0.08
Diamahou	0.36	0.33	0.78	0.61	0.25	0.28
Ram1	-0.45	0.30	-0.85	-0.48	-0.32	-0.26
Long1	0.49	0.29	0.89	0.44	0.36	0.25
Circ1	0.42	0.04	0.79	0.07	0.31	0.04
Angle1	-0.10	-0.35	-0.27	-0.74	-0.07	-0.29
Ram2	0.47	0.17	0.91	0.27	0.34	0.14
Long2	0.14	0.50	0.30	0.92	0.10	0.42
Circ2	0.15	0.07	0.34	0.13	0.11	0.06
Angle2	0.19	-0.30	0.81	-0.52	0.28	-0.25

Les coordonnées des provenances sur les deux premiers axes montrent une opposition des provenances Masangaloni et Bandia (caractérisées par une vigueur de croissance horizontale importante) à la provenance Korogho. Les provenances Gede et Djibo sont très proches l'une de l'autre et sont intermédiaires entre les deux groupes extrêmes. L'axe deux oppose Korogho à Djibo (Tableau 33).

Tableau 33 : Les coordonnées des provenances sur les deux premiers axes de l'analyse factorielle discriminante (AFD).

Provenance	Coordonnées sur les axes AFD	
	Axe 1	Axe2
Masangaloni	0.95	0.29
Gede	-0.41	0.19
Bandia	0.76	0.22
Korogho	-2.13	0.71
Djibo	-0.44	-1.65

3.3.2.3. Conclusion/perspectives.

Ces résultats préliminaires laissent penser que les provenances présentent des différences au niveau de l'architecture. Il serait intéressant de généraliser cette étude à l'ensemble de la parcelle. Pour les caractéristiques générales de l'arbre, l'investissement sera négligeable. En revanche, la caractérisation fine des rameaux demandera du temps. Nous envisageons dans une prochaine étude de modifier le protocole de sorte à mieux considérer les rameaux, en particulier ceux de l'ordre 3. Au niveau du comptage, il faudra compter toutes les ramifications visibles et ne mesurer que les plus grandes c'est-à-dire celles répondant aux seuils ci-dessous définis :

- * Ordre 1 : circonférence minimale au gros bout égale ou supérieure à 5 cm ($C \geq 5$),
- * Ordre 2 : circonférence minimale au gros bout égale ou supérieure à 4 cm ($C \geq 4$),
- * Ordre 3 : circonférence minimale au gros bout égale ou supérieure à 3 cm ($C \geq 3$).

Nous proposons également une étude plus fine sur l'insertion des rameaux primaires. En particulier, sur les relations entre la hauteur d'insertion, l'angle d'insertion, la circonférence au gros bout et la typologie de l'insertion. En effet, les branches primaires basses s'insèrent sur le tronc avec un angle plus ou moins proche de l'angle droit (caractère plagiotrope). Plus la hauteur d'insertion augmente, plus l'angle se ferme (caractère orthotrope).

Mais à l'examen de la zone d'insertion des branches basses les plus grosses, on constate systématiquement une courbure convexe trahissant une ancienne orthotropie. Les branches basses de faibles à très faibles dimensions ne présentent pas cette courbure mais un point d'insertion en bourrelet assez caractéristique et naturellement fragile. Ces branches abondamment feuillées sont amenées à disparaître rapidement, peut-être en cours de la saison. Parmi les grands sujets de la parcelle, certains semblent porter davantage de branches de ce type. Il serait intéressant d'affiner cet aspect et savoir s'il existe une propension chez certaines provenances à produire ce type de rameaux.

Au vu de ces résultats, il sera possible de discuter sur les possibilités de raisonner les modalités de gestion de l'arbre : taille de formation pour un meilleur équilibre de l'arbre en fonction des usages, rythme d'émondage et de prélèvement de feuilles qui ne nuit pas à la croissance de l'arbre.

4. EVALUATION DE LA PRODUCTION DES ESPECES LOCALES.

Compte tenu des demandes croissantes, les quantités s'avèrent trop faibles quelque soit le produit considéré, insuffisamment étalées et trop irrégulières dans le cas des productions foliaires et fruitières. C'est pourquoi, il est nécessaire de considérer non seulement l'aspect production en valeur absolue mais aussi l'aspect répartition dans le temps de cette production à l'échelle de l'année et de plusieurs années consécutives, en prenant en compte les facteurs du milieu (en particulier les données climatiques).

La production est généralement difficile à évaluer, quelque soient l'espèce et la nature du produit (feuilles, fruits, bois, gomme, etc. ...). La difficulté vient du double fait que l'élaboration de la production est fortement soumise aux effets du milieu (existence d'effets seuil dus à des ressources en lumière, en eau et en éléments nutritifs limitées) et que son déterminisme génétique est souvent extrêmement complexe (grand nombre de gènes impliqués, interactions inter et intra locus variées, fonctionnement séquentiel des locus, ...).

4.1. Objectifs généraux.

Selon les espèces, les feuilles, les fruits, le bois ou la gomme sont les produits principaux pour lesquels ces espèces ont été retenues. L'évaluation de ces productions est donc essentielle dans tout processus de sélection. Car c'est en définitive sur leur productivité que seront retenus les meilleurs sources de matériel.

Comme les productions ont un déterminisme complexe et comme elles s'expriment le plus souvent très tardivement, on cherche à identifier parallèlement des caractères corrélés, plus précoces et ayant un déterminisme plus simple. Ces caractères peuvent être les composantes élémentaires de la production, mais aussi des caractères associés qui n'interviennent pas directement dans le processus d'élaboration de la production (caractères architecturaux, phénologiques, etc ...). Ces caractères pourront être utilisés comme critères de sélection pour faciliter la sélection de matériel performant.

4.2. Sites et matériel végétal.

Au niveau des productions de fruits, les espèces concernées sont : *Sclerocarya birrea* à Gonsé et *Ziziphus mauritiana* à Djibo. Pour la production de gomme, l'espèce est *Acacia senegal* à Djibo.

4.3. Etat d'avancement des activités sur trois espèces.

4.3.1. *Sclerocarya birrea*.

Les arbres de l'essai Go8901 sont seulement à leurs premières années de production. Pour cette raison, tous les arbres de l'essai ne produisent pas encore. L'évaluation de la production actuellement ne concerne que les arbres précoces. La phénologie de la fructification a été observée sur la parcelle. Les fruits des arbres qui ont produit ont été récoltés puis pesés. Ces données seront très importantes au moment de la sélection, car elles permettront de prendre en compte la précocité de production dans le choix des arbres plus.

4.3.2. *Acacia senegal*.

Un essai de comparaison de provenances d'*A. senegal* (Dj8801) a été mis en place en 1988 à la station de Djibo. Les objectifs de cet essai sont l'identification de provenances bien adaptées aux conditions climatiques du site et ayant une bonne production de gomme, principale intérêt de l'espèce. La production de feuilles et de gousses à but fourrager sont des caractères secondaires dans l'évaluation des provenances de cet essai.

Le bilan de l'essai, fait en 1994, montrait un bon comportement d'ensemble de toutes les provenances sur la station de Djibo avec un début de production de gomme sur certains individus (BASTIDE, 1994). Il s'avérait donc nécessaire de faire une étude de la production de gomme. Dans cette première étude, il est question d'identifier les modalités de la saignée qui permettent d'avoir une production optimum de gomme.

4.3.2.1. Objectifs de l'étude.

Quatre saignées ont été faites à différentes périodes de l'année. Les deux premières ont eu lieu en avril et en octobre 1998 sur les arbres de bordures de l'essai. L'objectif était de déterminer les modalités de saignée propices à la production de gomme. Les résultats de la saignée d'avril 1998, présentés ci-dessous ont permis de mieux affiner le protocole de saignée.

Les deux autres saignées ont été effectuées sur les arbres de la parcelle en janvier et en avril 1999. L'objectif était d'évaluer la production de gomme des provenances à deux périodes de l'année : la saison froide et la saison chaude. Les récoltes de gomme ont débutées deux semaines après chaque saignée et se poursuivent pour la dernière date de saignée. La gomme récoltée est en cours de séchage pour l'estimation de la production. Les résultats seront par conséquent présentés ultérieurement.

4.3.2.2. Matériel végétal.

Une cinquantaine d'arbres ont été choisis en tenant compte de la taille et de l'état sanitaire des pieds. Parmi ceux-ci, 22 sont dans les bordures de l'essai comparatif de provenances (Dj8801). Ce sont des arbres âgés de 10 ans. Les 28 autres ont été pris dans la plantation de reboisement, leur âge est supérieur à 20 ans.

4.3.2.3. Protocole de saignée.

Deux classes de diamètres et deux classes de longueur des branches à saigner ont été considérées (Tableau 34). Pratiquement, deux branches ont été saignées par arbre en couplant les deux classes de diamètre et les deux longueurs de saignée, soient 4 entailles de saignée.

Tableau 34 : Les différentes modalités de la saignée sur un arbre

N° de modalité	Classe de diamètre de la branche (cm)	Longueur de saignée (cm)
1	5 à 10	30
2	5 à 10	50
3	> 10	30
4	> 10	50

Pour la détermination de la période propice de saignée, des tests de saignée ont été programmés pour les périodes chaude (Avril) et froide (Décembre) de la saison sèche. Les premières saignées ont été effectuées du 28/04/98 au 29/04/98 (période chaude). Les deuxièmes saignées ont eu lieu en début décembre 1998.

Les observations ont porté sur la date d'apparition de la gomme, le poids de gomme produit, l'état de cicatrisation six mois après la saignée et la présence d'attaques parasitaires sur les entailles de la saignée. La notation de la cicatrisation et des attaques parasitaires ont été codifiées comme suit :

Cicatrisation :	1 = entaille complètement fermée
	2 = entaille presque fermée
	3 = entaille toujours ouverte
Attaque parasitaire :	a = pas d'attaque
	b = quelques attaques
	c = très attaqué

4.3.2.4. Résultats et discussion.

Sur l'ensemble des saignées réalisées, seulement 17 % ont produit de la gomme. Cette faible production est liée à la période de saignée (mois d'Avril). En effet, selon la littérature et les remarques faites par Depommier (non publiées), la production de gomme serait meilleure pendant la période de froid, c'est-à-dire de fin novembre à fin février.

La gomme produite de façon générale était en quantité très infime, ce qui n'a pas permis d'évaluer le poids. Il faut aussi noter que la période de récolte de la gomme a coïncidé avec les premières pluies et il y a eu un problème de lessivage de la gomme. La période du mois d'avril est donc mal indiquée pour les opérations de saignée.

L'apparition d'exsudat au niveau des entailles ne semble pas être liée ni à la longueur de la saignée, ni au diamètre des branches et ni à l'âge des arbres. Le test de CHI-2 réalisé sur les effectifs des différentes modalités de saignée indique qu'il n'y a pas de différences significatives entre eux (Tableaux 35 et 36). L'apparition d'exsudat ne constitue pas une mesure de la quantité de gomme produite. Il est fort possible que cette quantité soit liée soit au diamètre des branches saignées ou à la longueur de saignée. Il serait donc intéressant d'évaluer la production de gomme en fonction de ces différentes modalités de saignée.

Tableau 35 : Production d'exsudat au niveau des entailles de la saignée en fonction des modalités de saignée.

Diamètre des Branches saignées	Longueur de saignée			
	30 cm		50 cm	
	Effectif	Pourcentage	Effectif	Pourcentage
$5 \leq D \leq 10$	10	29,41	6	17,65
$D > 10$	5	14,71	13	38,24
Test du CHI-2 : $\chi^2 = 0,447$, ddl = 1, P = 51,10 %				

Tableau 36 : Production d'exsudat au niveau des entailles de la saignée en fonction de l'âge des arbres saignés.

Age des arbres saignés	Effectif	Pourcentage
10 ans	16	47,06
+ de 20 ans	18	52,94

Les observations sur la cicatrisation des entailles ont montré qu'aucune entaille n'est attaquée par les ravageurs. La cicatrisation des entailles se fait aussi bien sur les entailles des branches de diamètre compris entre 5 et 10 cm que sur celles de diamètre supérieur à 10 cm (Tableau 37). Il n'y a pas non plus de différence significative entre les cicatrises de entailles de 30 cm et celles de 50 cm. En revanche, la différence est significative entre la cicatrisation des arbres de 10 ans et celle des arbres de plus de 20 ans. Les entailles chez les arbres de plus de 20 ans cicatrisent plus lentement que chez ceux de 10 ans. Une forte pression de saignée sur un peuplement d'arbres de plus de 20 ans pourrait provoquer la destruction de ce peuplement.

Tableau 37 : Qualité de la cicatrisation des entailles en fonction du diamètre des branches, de la longueur de saignée et de l'âge des arbres.

	Degré de cicatrisation de l'entaille		
	Entaille fermée	Entaille semi-fermée	Entaille ouverte
Diamètre des branches saignées			
5 ≤ D ≤ 10	50	29	21
D > 10	40	36	23
Test du CHI-2 : $\chi^2 = 1,95$, ddl = 2, P = 37,88 %			
Longueur de l'entaille			
L = 30 cm	42	34	23
L = 50 cm	48	31	21
Test du CHI-2 : $\chi^2 = 0,62$, ddl = 2, P = 73,65 %			
Age des arbres saignés			
10 ans	54	26	4
+ de 20 ans	36	39	40
Test du CHI-2 : $\chi^2 = 31,59$ ddl = 2, P = 0,00 %			

4.3.2.5. Conclusion.

Des premières investigations, il ressort d'une part que la période de la fin avril n'est pas favorable à la saignée car on n'observe pratiquement pas d'exsudat au niveau des entailles et la quantité produite est lessivée par les premières pluies. D'autre part, on note que l'apparition d'exsudats ne dépend ni de la taille des branches, ni de la longueur de saignée, ni de l'âge des arbres. Par contre, les entailles sur les arbres de plus de vingt ans cicatrisent plus lentement que chez les arbres de dix ans. Les entailles proches des points d'insertion des ramifications cicatrisent mal. Il est donc recommandé de pratiquer la saignée bien avant le mois d'avril, d'éviter de faire des entailles proches des ramifications et d'éviter de saigner sur des arbres âgés de plus de vingt ans pour ne pas détériorer l'état sanitaire des peuplements d'*A. senegal*. Des études sont en cours sur la relation entre les modalités de la saignée et la production de gomme ainsi que sur la saignée pendant les périodes froides et chaudes. Au terme de ces études, il sera fait une évaluation de la production de gomme pour chaque provenance.

4.3.3. *Ziziphus mauritiana*.

4.3.3.1. Matériel végétal et dispositifs statistiques.

L'étude porte sur deux essais, Go8904 (Gonsé) et Dj9002 (Djibo), dont le protocole est donné dans la partie « Tests d'adaptation aux conditions écologiques du Burkina », à la page 13 de ce document.

4.3.3.2. Protocole d'évaluation de la production et méthode statistique.

La récolte des fruits se fait au fur et à mesure de leur maturité. Les fruits sont ramassés au sol après avoir ou non secoué l'arbre sous lequel une bâche trouée en son milieu est préalablement posée. Les fruits sont ensuite conditionnés dans de petits sachets plastiques munis d'étiquettes portant l'identification de l'arbre et la date de récolte. Ces fruits sont séchés au soleil ni nécessaire. Les échantillons sont ensuite pesés à la balance de précision égale à 1 gramme.

L'analyse de variance doit tenir compte du dispositif expérimental (bloc et provenance) mais aussi de la date de récolte. Ce facteur doit être considéré avec précaution car la récolte des fruits à maturité n'est pas faite avec toute la rigueur requise, c'est-à-dire avec des passages réguliers dans les parcelles et à intervalles de temps rapprochés (par exemple journaliers ou tous les deux jours). C'est pourquoi, des groupes de précocité ont été définis en fonction des mois de récolte. A Gonsé, trois groupes ont été constitués et à Djibo, cinq groupes. Pour le poids de 100 fruits, des échantillons ont été constitués en mélangeant tous les sachets appartenant à un même arbre. L'analyse statistique ne considérera par conséquent que les facteurs bloc et provenance.

4.3.3.3. Résultats et discussion.

A Gonsé, très peu d'arbres ont produit par rapport à Djibo. Seulement 45 pieds ont produit sur 240 arbres plantés, soit 19 % contre 54 % à Djibo (Tableau 38).

Tableau 38 : Nombre d'arbres dont la production fruitière est suffisante pour être évaluée à Gonsé et à Djibo.

Provenance	Gonsé		Djibo	
	Effectifs	%	Effectifs	%
Bandia (Sénégal)	2	5,0	18	45,0
Keur yora (Sénégal)	4	10,0	-	-
Nagathakolla (Burkina Faso)	1	2,5	-	-
Lery (Burkina Faso)	10	25,0	17	42,5
Falagountou (Burkina Faso)	11	27,5	22	55,0
Dafiré (Burkina Faso)	17	42,5	23	57,5
Boukouma (Burkina Faso)	-	-	23	57,5
Gonsé (Burkina Faso)	-	-	20	50,0
M'Biddi (Sénégal)	-	-	24	60,0
Nazinon (Burkina Faso)	-	-	24	60,0
Makinau (Kenya)	-	-	23	57,5
	45	18,8	194	53,9

Trois provenances, dont deux du Sénégal et une provenance du Burkina, ont moins fructifié que les trois autres provenances du Burkina. Ces différences ne peuvent s'expliquer par des différences du taux de survie puisque celui-ci est très homogène et varie de 92 à 100 % (Tableau 15). Il en résulte un très grand déséquilibre dans le dispositif expérimental, de sorte que le facteur bloc n'a pas été considéré dans le modèle d'analyse (Tableau 38). Malgré cela, le coefficient de détermination est meilleur qu'à Djibo (R^2 de 0,47 contre 0,30). Le coefficient de variation résiduelle est très élevé dans les deux stations.

Tableau 39 : Sources de la variation pour la production fruitière à Gonsé et à Djibo.

Station	Caractère	μ	R^2	CV	Bloc	Signification des facteurs		
						Provenance	Précocité	Prov*préc
Gonsé	Poids total	48,1	0,47	124,2	-	***	***	***
Djibo	Poids total	1477,2	0,30	106,4	NS	NS	***	NS
	Poids 100 fruits	49,7	0,26	27,3	NS	NS	-	-

Dans les deux stations, il y a un effet de précocité très hautement significatif pour la production fruitière. C'est d'ailleurs la seule source de variation significative à Djibo. À Gonsé en revanche, l'effet provenance et l'interaction provenance*précocité ont le même degré de signification que la précocité. Les provenances diffèrent entre elles à la fois sur la productivité et la précocité. Quant au poids de 100 fruits, il n'a pas pu être estimé à Gonsé du fait de la faible quantité de fruits disponible. À Djibo, l'estimation a été faite mais l'analyse ne révèle aucun effet significatif.

La figure 11 visualise à la fois le nombre d'arbres productifs en 1998-1999, la production moyenne par arbre et la production totale des provenances. La production à Gonsé est très faible, puisque varie de 12 g. pour Nagathakolla (un seul arbre producteur) à près de 7 kg. pour Dafiré (17 arbres producteurs). Dafiré supprime toutes les autres provenances à la fois par le nombre d'arbres producteurs et par la production moyenne de chaque arbre (388 g.). Cette provenance se caractérise d'autre part par sa précocité (73 % de la production récoltée en novembre) ainsi que par son étalement (du 19 novembre au 28 janvier). À l'inverse, Bandia est tardive puisque les trois récoltes ont eu lieu du 5 au 28 janvier.

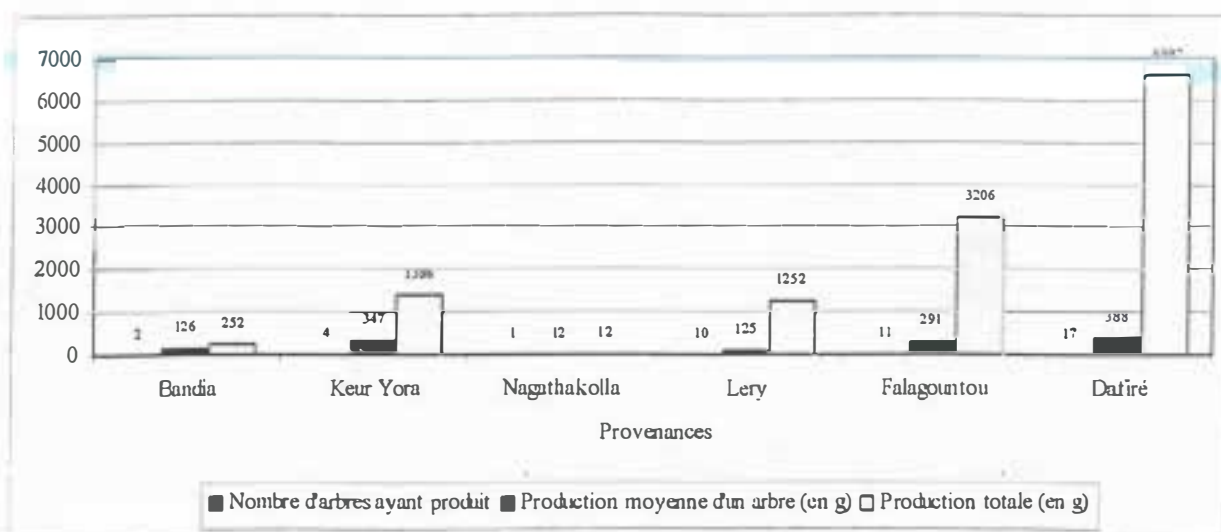


Figure 11 : Production fruitière de *Ziziphus mauritiana* à Gonsé (campagne 1998-1999).

La figure 12 montre les performances des provenances à Djibo. On constate tout d'abord une production beaucoup plus importante qu'à Gonsé et ensuite une homogénéité du matériel tant au niveau des effectifs ayant fructifié qu'au niveau de la production moyenne par arbre (17 à 24 arbres et 38 à 48 kg respectivement et selon les provenances). En fait, les résultats de Djibo doivent être relativisés dans la mesure où les différentes manipulations (séchage au soleil, ensachage, transport de Djibo à Ouagadougou, pesée) ont occasionné des pertes et parfois des mélanges. Cela pourrait expliquer l'absence de différence significative entre traitements.

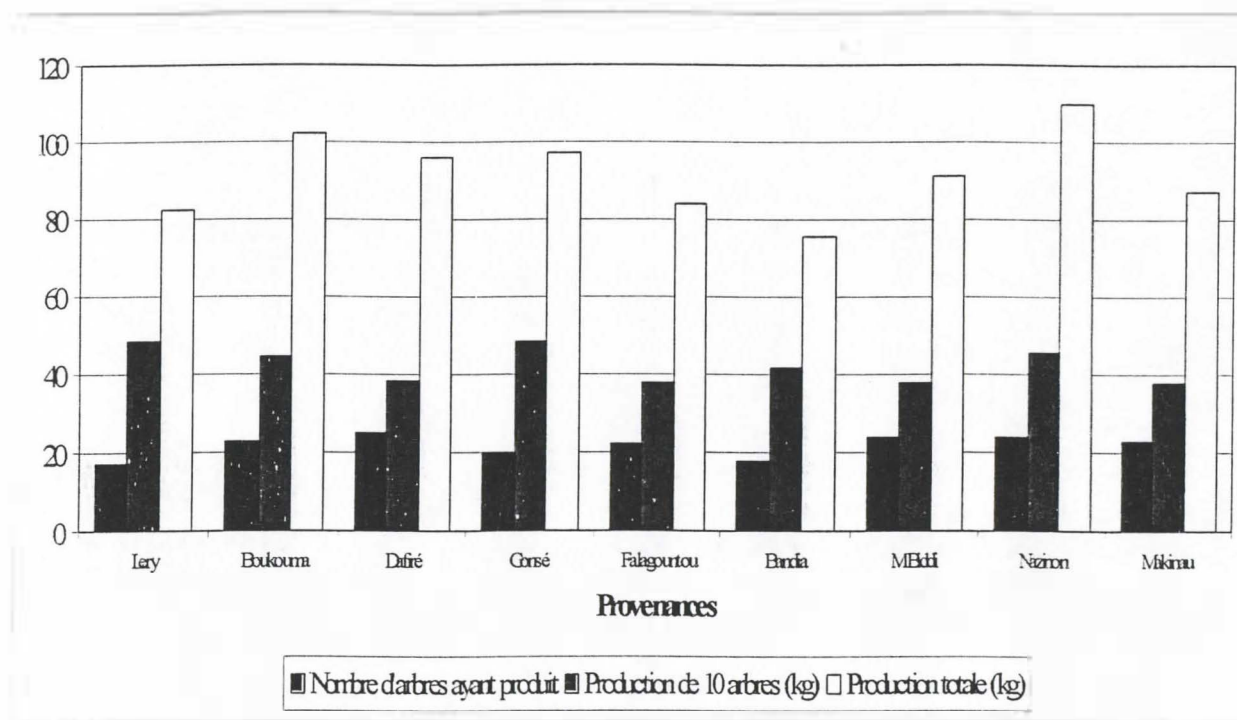


Figure 12 : Production fruitière de *Ziziphus mauritiana* à Djibo (campagne 1998-1999).

Bien que les différences ne soient pas significatives à Djibo, on est tenté de comparer les performances moyennes des provenances communes aux deux stations (Tableau 40). On s'aperçoit que Dafiré et Falagountou se comportent mieux à Gonsé par rapport à Lery et Bandia. A Djibo, les mêmes provenances produisent moins par arbre mais les effectifs en production plus élevés leur permet de maintenir leur rang au niveau de la production totale.

Tableau 40 : Comparaison des provenances communes aux deux stations.

Provenances communes	Gonsé					Djibo				
	Eff.	PM (g)	Rang	PT (g)	Rang	Eff.	PM (g)	Rang	PT (g)	Rang
Lery	10	125	4	1 252	3	17	4 823	1	81 997	3
Dafiré	17	388	1	6 592	1	25	3 841	3	96 022	1
Falagountou	11	291	2	3 206	2	22	3 803	4	83 676	2
Bandia	2	126	3	252	4	18	4 184	2	75 315	4

Eff. = Effectifs
PM = Production moyenne par arbre
PT = Production totale par provenance

On est également tenté de comparer ces données à celles de la vigueur et de la phénologie. A Gonsé, il semble exister une relation négative entre la vigueur de croissance et la production fruitière puisque les provenances les plus productives (Dafiré et Falagountou) ont une moindre vigueur et inversement Bandia qui est peu productive s'avère très vigoureuse. A Djibo, les deux provenances les plus productives ont une vigueur moyenne. Inversement, la provenance Lery est vigoureuse et peu productive. La provenance Bandia semble en revanche ne pas très bien obéir à la règle car elle est mal classée pour la croissance et la production à la fois. Ces dernières ont par ailleurs une floraison et une fructification les plus intenses (Figures 3c et 4c) alors que les provenances productives Dafiré et Falagountou investissent moins dans la floraison et la fructification.

4.3.3.4. Conclusion.

La confrontation de plusieurs types de caractères (vigueur de croissance, phénologie et production fruitière) semble montrer qu'il y a des différences entre provenances dans les allocations de ressources. Il y a un antagonisme entre la fonction végétative et la fonction reproductive. Au sein de la fonction reproductive, il y aurait également un antagonisme entre l'abondance de la floraison et la fructification d'une part et la maturation des fruits d'autre part. Ces relations ont surtout été montrées à Gonsé.

Les problèmes rencontrés à Djibo, dus à un manque d'expérience du personnel de terrain en matière de phénologie d'une part et à diverses contraintes au niveau de l'évaluation de la production fruitière d'autre part, n'ont pas permis de mettre en évidence des différences entre provenances. Cependant, les tendances révélées à Gonsé demeurent valides à Djibo. Les prochaines campagnes devront permettre de confirmer ou d'infirmer ces tendances.

5. CONSERVATION DES RESSOURCES GENETIQUES.

Tout essai comparatif de provenances, descendance ou clones peut être converti en un conservatoire de ressources génétiques *in situ*. Cependant pour des espèces où il existe de fortes pressions des populations riveraines, comme l'*Eucalyptus camaldulensis*, la conservation *in situ* telle que définie n'est pas appropriée. C'est pourquoi une conservation *ex situ* a été envisagée pour cette espèce, en collaboration avec le CNSF.

Les travaux d'amélioration de l'*Eucalyptus camaldulensis* au Burkina ont commencé depuis les années soixante lorsqu'une priorité était accordée à l'introduction d'espèces exotiques à forte croissance en vue de répondre aux besoins croissants en bois de chauffe et de service. Une multitude d'essais de provenances ont permis de sélectionner quatre provenances (Gilbert River, Katherine River, May River et Lennard River) bien adaptées aux conditions locales et présentant des caractères répondant aux objectifs fixés : bonne rectitude du tronc, première branche très haute et absence de fourche basse. Dans ces provenances plusieurs descendance ont été choisies pour des essais de descendance. Ainsi pour la meilleure des quatre provenances, Gilbert River, trois essais totalisant 25 descendance ont été mis en place. Ce sont DI8501, DI8608, DI8708.

C'est dans ces trois essais qu'il a été réalisé en mai, juin et juillet une sélection et la récolte de semences. Ces travaux ont pour objectifs la sauvegarde du matériel génétique en proie à la coupe frauduleuse et par la suite la mise à la disposition du service de vulgarisation, des semences d'un matériel performant pour les plantations.

5.1. Description des dispositifs.

Les trois dispositifs portent sur les mêmes descendance mais ont été mis en place à trois années différentes (Tableau 41). L'essai DI8501 mis en place en 1985 comprend 20 descendance (voir la liste des descendance dans le tableau 42), cinq descendance de la provenance n'ont pas pu être plantées dans cet essai. Les deux autres essais DI8608 et DI8708 portent sur la totalité des 25 descendance. Tous les dispositifs sont en monoarbre et en blocs complets ou incomplets avec un écartement de 3 m x 3 m pour l'essai DI8501 et de 4 m x 4 m pour les deux autres. Les essais sont contigus.

Tableau 41 : Les caractéristiques des dispositifs.

Dispositif	Type de dispositif	Ecartement	Nombre de blocs	Nombre de traitements
DI8501	Blocs Complets Randomisés	4 m x 4 m	40	20
DI8608	Blocs Incomplets Equilibrés	3 m x 3 m	30	25
DI8708	Blocs Complets Randomisés	4 m x 4 m	36	25

5.2. La sélection d'arbres « plus ».

La sélection des arbres « plus » a été faite en deux étapes. La première a eu lieu lors de la mission conjointe INERA/DPF-CIRAD-Forêt en mai. Les arbres ont été jugés par rapport à

leur rectitude et leur vigueur de croissance. Cette première phase a permis de retenir 154 arbres sans tenir compte des effectifs par descendance (Tableau 41). La seconde consistait à retenir parmi les arbres déjà sélectionnés les plus intéressants en tenant compte des effectifs par descendance. Pour cela, les descendances ont été réparties en quatre groupes selon les données antérieures. En fonction des performances (rectitude, vigueur de croissance), un nombre d'arbres à retenir pour chaque groupe de descendance a été établi. Pour le groupe 1 qui possède les meilleures performances, 10 arbres par descendance sont retenus tandis que pour le groupe 4 formé par les descendance les moins performantes, seulement 4 arbres sont choisis dans chaque descendance. Les effectifs pour les groupes 2 et 3 sont respectivement de 8 et 6. Mais dans la pratique, ces effectifs n'ont pas toujours pu être respectés pour toutes les descendance. Pour certaines descendance, le nombre d'arbres sélectionnés est inférieur à l'effectif théorique du fait de la coupe frauduleuse, de la mortalité et/ou de la mauvaise conformité d'ensemble des arbres. Ainsi, pour un effectif théorique total des arbres à sélectionner de 156, après sélection l'effectif total d'arbres sélectionnés est de 132. Les figures 13, 14 et 15 montrent le plan des trois essais avec la position des arbres sélectionnés.

Tableau 42 : Effectifs d'arbres sélectionnés dans les trois essais.

N°	Descendances	Groupe	Effectifs théoriques à sélectionner	Eff. sélectionnés par essai			Eff. totaux sélectionnés
				DI8501	DI8608	DI8708	
1	80/2623/N	3	6	2	3	1	6
2	80/2624/N	3	6	1	0	5	6
3	80/2625/N	3	6	0	4	2	6
4	80/2626/N	2	8	2	2	4	8
5	80/2627/N	1	10	X	2	3	5
6	80/2628/N	3	6	0	1	1	2
7	80/2629/N	3	6	X	2	4	6
8	80/2630/N	2	8	X	5	3	8
9	80/2631/N	3	6	1	1	3	5
10	80/2632/N	2	8	0	3	2	5
11	80/2633/N	4	4	1	1	2	4
12	80/2634/N	4	4	0	2	2	4
13	80/2635/N	3	6	X	3	3	6
14	80/2636/N	2	8	X	4	1	5
15	80/2637/N	3	6	3	1	2	6
16	80/2638/N	3	6	1	1	0	2
17	80/2639/N	3	6	0	2	4	6
18	80/2640/N	3	6	0	2	4	6
19	80/2641/N	4	4	1	1	2	4
20	80/2642/N	4	4	0	2	2	4
21	80/2643/N	3	6	2	3	1	6
22	80/2644/N	2	8	0	2	2	4
23	80/2645/N	2	8	1	0	7	8
24	80/2646/N	3	6	1	5	0	6
25	80/2647/N	4	4	1	1	2	4
-	Total	-	156	17	53	62	132

X = descendance absente de l'essai

5.3. La récolte de semences

La récolte de semences a été effectuée en collaboration avec le Centre National de Semences Forestières (CNSF). Cette opération a porté sur les arbres sélectionnés dans les trois essais. Un numéro de descendance a été affecté à la semence de chaque arbre. Ce numéro est composé du code de la provenance et du numéro de l'arbre sélectionné.

Sur les 132 arbres sélectionnés, plus de la moitié ne portait pas de fruit ou une quantité insuffisante pour être récolté. Cette situation serait dû au faible diamètre de la canopée pour des arbres. Ainsi la récolte a été faite sur seulement une trentaine d'arbres. La semence récoltée est en général de faible quantité parfois estimée à moins de 5 g. Le tableau 42 donne la liste des arbres sélectionnés et ceux sur lesquels la récolte de graines a pu être effectuée.

Tableau 43 : Liste des arbres sélectionnés et leur état de récolte.

N° des arbres sélectionnés	Code de l'essai	Etat de récolte
80/2623/N-1	DI8708	Non récolté
80/2623/N-2	DI8608	Non récolté
80/2623/N-3	DI8608	Non récolté
80/2623/N-4	DI8608	Non récolté
80/2623/N-5	DI8501	Récolté
80/2623/N-6	DI8501	Non récolté
80/2624/N-1	DI8708	Non récolté
80/2624/N-2	DI8708	Non récolté
80/2624/N-3	DI8708	Non récolté
80/2624/N-4	DI8708	Non récolté
80/2624/N-5	DI8708	Non récolté
80/2624/N-6	DI8501	Non récolté
80/2625/N-1	DI8708	Non récolté
80/2625/N-2	DI8708	Non récolté
80/2625/N-3	DI8608	Récolté
80/2625/N-4	DI8608	Non récolté
80/2625/N-5	DI8608	Récolté
80/2625/N-6	DI8608	Non récolté
80/2626/N-1	DI8708	Récolté
80/2626/N-2	DI8708	Récolté
80/2626/N-3	DI8708	Non récolté
80/2626/N-4	DI8708	Récolté
80/2626/N-5	DI8608	Non récolté
80/2626/N-6	DI8608	Non récolté
80/2626/N-7	DI8501	Non récolté
80/2626/N-8	DI8501	Non récolté
80/2627/N-1	DI8708	Récolté
80/2627/N-2	DI8708	Non récolté
80/2627/N-3	DI8708	Non récolté
80/2627/N-4	DI8608	Récolté
80/2627/N-5	DI8608	Non récolté
80/2628/N-1	DI8708	Non récolté
80/2628/N-2	DI8608	Non récolté
80/2629/N-1	DI8708	Non récolté
80/2629/N-2	DI8708	Non récolté
80/2629/N-3	DI8708	Récolté
80/2629/N-4	DI8708	Récolté
80/2629/N-5	DI8608	Non récolté
80/2629/N-6	DI8608	Récolté

N° des arbres sélectionnés	Code de l'essai	Etat de récolte
80/2630/N-1	DI8708	Récolté
80/2630/N-2	DI8708	Non récolté
80/2630/N-3	DI8708	Non récolté
80/2630/N-4	DI8608	Non récolté
80/2630/N-5	DI8608	Non récolté
80/2630/N-6	DI8608	Récolté
80/2630/N-7	DI8608	Non récolté
80/2630/N-8	DI8608	Non récolté
80/2631/N-1	DI8708	Non récolté
80/2631/N-2	DI8708	Non récolté
80/2631/N-3	DI8608	Non récolté
80/2631/N-4	DI8608	Non récolté
80/2631/N-5	DI8501	Non récolté
80/2632/N-1	DI8708	Récolté
80/2632/N-2	DI8708	Non récolté
80/2632/N-3	DI8608	Récolté
80/2632/N-4	DI8608	Non récolté
80/2632/N-5	DI8608	Récolté
80/2633/N-1	DI8708	Non récolté
80/2633/N-2	DI8708	Non récolté
80/2633/N-3	DI8608	Non récolté
80/2633/N-4	DI8501	Non récolté
80/2634/N-1	DI8708	Non récolté
80/2634/N-2	DI8708	Non récolté
80/2634/N-3	DI8608	Récolté
80/2634/N-4	DI8608	Non récolté
80/2635/N-1	DI8708	Non récolté
80/2635/N-2	DI8708	Non récolté
80/2635/N-3	DI8708	Non récolté
80/2635/N-4	DI8608	Non récolté
80/2635/N-5	DI8608	Non récolté
80/2635/N-6	DI8608	Récolté
80/2636/N-1	DI8708	Non récolté
80/2636/N-2	DI8608	Récolté
80/2636/N-3	DI8608	Non récolté
80/2636/N-4	DI8608	Non récolté
80/2636/N-5	DI8608	Récolté
80/2637/N-1	DI8708	Récolté
80/2637/N-2	DI8708	Non récolté
80/2637/N-3	DI8608	Récolté
80/2637/N-4	DI8501	Non récolté
80/2637/N-5	DI8501	Non récolté
80/2637/N-6	DI8501	Non récolté
80/2638/N-1	DI8608	Non récolté
80/2638/N-2	DI8608	Récolté
80/2639/N-1	DI8708	Non récolté
80/2639/N-2	DI8708	Non récolté
80/2639/N-3	DI8708	Non récolté
80/2639/N-4	DI8608	Non récolté
80/2639/N-5	DI8608	Non récolté
80/2639/N-6	DI8608	Non récolté

N° des arbres sélectionnés	Code de l'essai	Etat de récolte
80/2640/N-1	DI8708	Non récolté
80/2640/N-2	DI8708	Non récolté
80/2640/N-3	DI8708	Non récolté
80/2640/N-4	DI8708	Récolté
80/2640/N-5	DI8608	Non récolté
80/2640/N-6	DI8608	Non récolté
80/2641/N-1	DI8708	Non récolté
80/2641/N-2	DI8708	Non récolté
80/2641/N-3	DI8608	Non récolté
80/2641/N-4	DI8501	Non récolté
80/2642/N-1	DI8708	Non récolté
80/2642/N-2	DI8708	Non récolté
80/2642/N-3	DI8608	Récolté
80/2642/N-4	DI8608	Non récolté
80/2643/N-1	DI8708	Non récolté
80/2643/N-2	DI8608	Non récolté
80/2643/N-3	DI8608	Non récolté
80/2643/N-4	DI8608	Récolté
80/2643/N-5	DI8501	Non récolté
80/2643/N-6	DI8501	Récolté
80/2644/N-1	DI8708	Non récolté
80/2644/N-2	DI8708	Non récolté
80/2644/N-3	DI8608	Non récolté
80/2644/N-4	DI8608	Non récolté
80/2645/N-1	DI8708	Non récolté
80/2645/N-2	DI8708	Récolté
80/2645/N-3	DI8708	Récolté
80/2645/N-4	DI8708	Non récolté
80/2645/N-5	DI8708	Non récolté
80/2645/N-6	DI8708	Non récolté
80/2645/N-7	DI8708	Non récolté
80/2645/N-8	DI8501	Non récolté
80/2646/N-1	DI8608	Non récolté
80/2646/N-2	DI8608	Non récolté
80/2646/N-3	DI8608	Non récolté
80/2646/N-4	DI8608	Non récolté
80/2646/N-5	DI8608	Non récolté
80/2646/N-6	DI8501	Non récolté
80/2647/N-1	DI8708	Non récolté
80/2647/N-2	DI8708	Récolté
80/2647/N-3	DI8608	Non récolté
80/2647/N-4	DI8501	Récolté

5.4. Conclusion.

Cette opération a permis d'identifier 132 arbres « plus ». La semence de tous les arbres n'a pu être récoltée à cause de la mauvaise fructification. Le but de l'opération étant la sauvegarde du matériel génétique, des dispositions sont prises pour que durant la campagne prochaine, les autres arbres puissent être récoltés. Un gardiennage des essais sera fait jusqu'à la récolte. On pourra aussi faire un élagage des arbres pour favoriser le développement de la canopée, ce qui engendrera une fructification plus abondante. La semence déjà collectée sera conservée par le CNSF. Ce centre pourra dans le futur utiliser les arbres sélectionnés comme semenciers. La vulgarisation de cette semence aura pour conséquence une amélioration de la qualité des plantations futures.

Figure 13 : Plan de l'essai de descendance DI8708 (orientation Nord-Sud).

7	20	10	24	9	25	1	11	7	2	13	22	8	7	1	3	5	11	1
14	8	13	19	4	15	4	16	3	24	23	24	19	15	11	18	9	10	22
5	6	23	3	21	5	10	18	13	8	12	2	4	17	16	12	16	24	2
12	25	16	22	17	6	21	23	9	22	20	10	18	14	6	17	23	4	20
1	15	18	11	2	20	12	14	17	19	3	9	21	25	5	7	14	21	13
25	13	2	22	24	19	25	15	7	20	7	23	2	22	3	2	8	10	16
7	23	15	9	16	8	11	4	13	1	14	1	13	17	8	13	17	6	25
21	8	5	14	4	23	6	18	17	2	25	24	6	18	12	5	15	3	23
17	19	12	10	20	12	22	10	24	21	11	19	5	20	10	19	7	24	1
3	1	18	6	11	5	9	14	16	3	9	21	15	16	4	14	20	18	21
2	4	17	9	21	16	15	17	7	11	4	16	7	15	17	12	10	23	4
24	11	22	3	19	4	24	2	19	12	18	6	19	2	11	21	3	8	14
10	18	16	13	23	22	6	8	14	1	3	24	9	14	12	5	20	15	2
1	12	5	14	7	18	10	23	25	13	10	23	22	1	8	19	1	22	11
15	25	6	8	20	3	21	9	20	5	21	5	20	13	25	18	6	13	25
22	17	9	13	3	17	2	5	13	6	2	17	24	16	6	14	22	4	23
19	18	24	23	14	9	18	24	7	11	20	21	9	23	4	19	9	25	1
12	21	10	4	7	21	14	16	22	8	5	7	22	3	25	8	10	6	13
8	15	5	11	20	12	19	20	3	23	14	18	15	12	10	12	3	11	21
25	6	16	1	2	10	15	4	1	25	19	13	1	8	11	5	18	16	15
15	2	23	11	8	4	25	6	2	13	10	2	22	19	25	7	4	23	22
7	14	12	1	6	14	5	18	17	12	24	8	16	20	9	17	25	12	3
16	22	5	18	20	11	22	7	3	9	5	12	23	15	4	2	14	5	18
19	13	24	21	9	1	19	15	10	16	13	18	3	6	21	24	9	6	11
10	25	17	4	3	20	8	24	21	23	11	7	14	1	17	13	10	15	20
22	18	9	21	17	6	10	3	16	13	24	10	15	4	5	7	23	3	25
19	15	5	11	2	18	24	12	2	23	3	14	2	16	22	12	5	18	9
4	7	12	1	16	9	5	22	15	8	21	20	25	11	9	24	15	1	22
23	25	20	24	6	14	25	19	17	21	19	8	23	18	17	13	2	11	20
8	14	10	3	13	1	20	7	11	4	7	13	12	1	6	10	21	14	4
20	12	9	21	11	17	22	23	14	3	1	11	19	13	7	9	3	15	5
6	25	5	10	24	24	13	1	2	25	21	18	2	24	16	14	20	10	19
17	13	8	23	4	10	19	16	15	7	9	5	14	22	3	6	24	18	7
1	16	22	18	19	21	5	12	4	18	10	25	17	8	23	25	12	21	23
15	3	14	2	7	11	9	8	20	6	4	15	6	20	12	1	16	4	13
3	23	25	1	22	12	15	4	16	6	21	7	13	10	8	2	8	21	6
9	18	17	22	17	5	25	9	18	1	23	3	20	14	11	19	15	3	14
2	1	20	14	9	2											9	20	12
20	14	23	6	19	3											17	5	18
6	17	8	11	21	12											13	22	7
12	8	13	5	4	16											19	11	2
15	5	15	7	18	10													
16	12	17	6	1														
10	3	8	18	11														
21	10	14	25	5														
13	19	23	2	7														
4	22	9	20	15														
22	13	21	16	4														
1	7	20	13															
5	11	4	9															
16	15	21	8															
23	3	22	14															
7	9	5	1															
25	12	11																
15	6	2																
19	8	10																
12	16	14																
17	3	21																
23	13	7																
20	18	4																
20	17																	
14	22																	
16	18																	
25	23																	
19	21																	
7	1																	
4																		
3																		
5																		
2																		
10																		
9																		

NB : Les numéros sont les numéros de descendance.

Les arbres sélectionnés sont en grisé.

Figure 14 : Plan de l'essai de descendance DI8608 (orientation Nord-Sud).

5	20	23	10	3	2	14	23	5	11	1	23	3	2	13	20	23	15	21	9	25	12
7	12	1	24	5	21	13	10	8	24	20	4	10	14	9	24	6	1	18	14	22	23
16	22	11	17	15	12	22	24	3	14	7	22	7	21	1	17	22	7	20	5	13	4
3	19	8	6	19	8	20	1	16	19	17	13	16	12	19	25	4	10	16	19	24	11
18	13	21	14	16	17	4	11	21	10	15	9	5	15	11	8	18	3	2	6	8	17
9	4	15	2	9	6	18	7	12	18	6	2	1	12	18	21	24	9	20	4	12	14
5	3	10	1	4	11	8	19	10	11	7	22	10	8	2	16	7	15	5	3	7	18
15	13	7	16	22	7	20	9	13	2	18	4	14	5	23	11	25	24	19	21	13	6
12	22	17	8	3	14	2	17	5	17	1	20	6	20	17	4	19	8	16	11	10	25
19	2	11	24	15	23	12	5	24	12	16	8	15	9	13	22	3	17	23	2	22	1
9	18	14	6	13	10	6	18	15	23	9	21	18	7	10	8	5	9	20	4	13	11
20	21	4	23	24	16	21	1	19	6	14	3	16	14	20	23	1	10	24	8	18	16
4	14	7	5	17	7	14	23	3	21	22	1	12	22	3	15	19	6	19	15	12	2
16	22	10	12	19	9	22	8	12	24	10	17	25	9	17	2	21	22	1	25	17	7
9	17	20	1	10	3	1	13	6	8	20	5	13	24	4	11	6	23	21	3	14	5
19	3	15	8	16	2	15	5	9	13	18	15	19	7	5	3	9	14	7	20	6	8
13	18	6	21	24	18	11	12	14	23	7	19	24	17	21	2	22	24	13	4	19	10
24	23	11	2	20	6	4	21	4	16	11	2	10	23	8	14	1	11	21	23	12	22
10	3	4	8	9	22	20	10	2	21	5	24	20	12	6	25	16	25	5	16	1	17
18	9	13	1	4	18	1	23	13	17	22	3	18	11	15	4	13	15	9	2	18	3
16	2	22	12	14	3	12	24	12	1	9	20	16	14	13	1	10	7	20	17	9	4
7	20	15	11	8	21	15	2	16	7	19	15	8	4	20	6	22	14	11	19	23	18
19	17	5	23	16	13	5	7	8	23	4	18	19	18	12	24	5	12	2	1	15	10
24	6	21	14	17	6	11	19	10	14	11	6	21	3	23	11	25	6	22	24	21	25
20	18	12	15	7	5	9	1	2	18	24	8	9	15	7	17	2	3	13	8	16	5
23	7	5	9	20	2	14	12	13	3	12	22	20	17	1	18	23	5	12	4	17	14
19	14	1	4	16	17	11	3	15	23	21	5	12	7	16	3	9	19	18	20	10	3
24	3	17	13	19	15	8	22	17	7	14	19	14	22	2	15	6	21	8	1	23	16
21	16	8	2	18	6	23	10	20	10	1	9	11	4	19	21	24	11	13	22	25	7
10	25	11	6	4	21	13	24	16	6	11	4	5	13	25	10	8	9	6	2	15	24
15	14	7	16	10	22	5	7	18	13	24	17	2	1	14	23	5	2	14	1	16	6
5	11	21	4	13	12	8	17	21	9	2	8	12	20	18	25	21	12	11	18	20	10
13	19	1	23	11	2	24	1	11	1	23	15	4	10	6	3	9	22	8	5	24	4
20	6	10	3	20	18	15	19	20	16	14	6	16	19	22	15	24	13	23	17	7	21
9	12	22	24	21	4	23	6	5	14	12	19	8	13	7	17	11	3	15	9	25	19
18	17	8	2	14	3	9	16	22	10	3	7	1	12	14	10	15	4	14	15	2	8
13	12	14	16	5	20	3	17					9	20	23	18	2	12	10	7	21	17
2	18	20	22	24	1	18	21					4	22	6	16	19	25	6	19	5	1
19	6	4	15	16	9	19	2					11	24	13	5	17	11	20	3	24	23
21	23	17	11	23	22	14	7					3	21	7	25	8	13	9	22	16	18
10	5	3	8	12	4	11	15														
7	9	24	1	13	8	6	10														

N.B. : Les numéros sont les numéros de descendance.
Les arbres sélectionnés sont en grisé.

Figure 15 : Plan de l'essai de descendance DI8501 (orientation Nord-Sud).

22	4	18	23	2	6	23	19	1	10	1	21	2	24	25	17	24	15	12	10
3	17	25	1	21	15	20	12	3	16	22	16	20	11	3	21	25	2	3	16
19	11	6	20	9	4	25	18	21	17	15	18	17	9	6	4	19	6	23	1
12	16	10	24	15	11	22	9	24	2	23	12	10	19	4	11	9	20	22	18
22	4	18	23	2	22	9	24	2	17	12	10	19	25	20	9	6	22	18	20
3	17	25	1	21	6	23	19	1	10	1	21	2	24	23	17	24	15	1	11
19	11	6	20	9	15	20	12	3	11	22	16	11	4	3	21	25	3	12	16
12	16	10	24	15	4	25	18	21	16	15	18	17	9	6	4	19	2	23	10
4	25	20	12	9	25	18	21	11	3	18	17	4	6	9	19	2	23	16	10
16	10	23	19	22	22	9	24	16	17	12	10	19	25	20	9	6	22	18	20
11	6	18	15	2	6	23	19	1	4	1	21	2	3	23	17	24	15	1	4
3	17	24	1	21	15	20	12	2	10	22	16	11	24	15	21	25	3	12	11
17	24	19	21	18	20	12	2	10	17	16	11	24	15	9	2	23	12	4	25
4	25	20	2	3	25	18	21	11	15	18	17	4	6	22	19	3	1	16	21
16	10	1	12	9	22	9	24	16	3	12	10	19	25	20	9	6	22	18	20
11	6	23	15	22	6	23	19	1	4	1	21	2	3	23	17	24	15	11	10
6	23	15	9	22	23	19	11	3	18	21	2	25	20	19	24	15	11	10	20
17	24	19	21	11	20	12	2	10	17	16	11	3	23	9	2	23	12	4	17
4	25	20	2	3	25	21	1	4	15	18	17	4	15	22	19	3	1	16	25
16	10	1	12	18	22	9	24	16	6	12	10	24	6	1	9	6	22	18	21
25	20	2	3	17	9	24	16	6	18	2	4	15	9	10	6	22	18	25	21
10	23	12	9	22	23	19	11	3	22	21	24	25	20	12	24	15	11	10	9
6	1	19	21	11	20	12	2	10	17	16	11	3	1	19	2	23	12	4	17
4	24	15	18	16	25	21	1	4	15	18	17	6	23	22	19	3	1	16	20
24	12	18	16	15	21	3	4	15	24	17	6	23	19	24	3	1	16	20	4
25	20	21	4	17	9	1	16	22	25	2	15	1	22	10	6	22	18	25	19
10	23	2	3	22	23	19	11	6	18	21	4	25	20	18	24	15	11	10	9
6	1	19	9	11	20	12	2	10	17	16	11	3	9	12	2	23	12	21	17
20	2	3	11	25	12	22	10	18	1	11	22	9	18	3	23	12	21	19	11
1	12	9	16	6	21	2	4	15	24	17	6	23	19	16	3	1	25	20	4
24	19	18	22	17	9	3	16	17	20	2	15	1	12	10	6	22	16	17	2
10	23	21	4	15	23	19	11	6	25	21	4	25	20	24	24	15	18	10	9
23	21	4	15	18	19	11	6	24	15	4	25	18	10	1	15	18	10	2	9
20	2	3	10	25	12	22	10	18	23	11	22	9	24	3	23	12	21	19	24
1	12	16	11	6	21	2	4	25	1	17	6	23	19	16	3	1	25	20	11
24	19	9	22	17	9	3	16	17	20	2	15	20	12	21	6	22	16	17	4
19	9	22	6	4	3	16	17	20	23	15	20	12	21	16	22	16	17	11	4
23	21	11	17	18	19	11	6	24	9	4	25	18	10	1	15	18	10	2	6
20	2	3	15	24	12	22	10	18	15	11	22	9	24	2	23	12	21	19	24
1	12	16	10	25	21	2	4	25	1	17	6	23	19	3	3	1	25	20	9

N.B. : Les numéros sont les numéros de descendance.
Les arbres sélectionnés sont en grisé.

6. FORMATION ET ANIMATION SCIENTIFIQUE.

6.1. Formation des chercheurs en Système de Gestion de Bases de Données.

L'équipe Amélioration Génétique a bénéficié du 04 au 11 février 1999 d'une formation en bases de données animée par M. Narbonni (du CIRAD-forêt Montpellier). Cette formation a permis aux chercheurs de réaliser la base de données Amélioration Génétique des Ligneux, dont la description sera donnée dans les prochaines pages. Cet outil permettra à long terme une meilleure gestion des données des nombreux essais.

6.2. Appui en génétique forestière par le CIRAD-forêt.

L'appui du CIRAD-forêt en génétique forestière, assuré par le Dr Verhagen D., du 13 au 31 mai 1999, a permis de faire une évaluation de l'ensemble des dispositifs, d'étudier les possibilités de création d'un laboratoire de biologie moléculaire et de proposer des orientations futures. Un certain nombre de recommandations ont été émises à la suite de différentes visites sur les dispositifs ou à des laboratoires de biologie moléculaire et de nombreuses discussions avec l'équipe Amélioration Génétique des Ligneux. Les principales recommandations sont rappelées ci-dessous.

6.2.1. Recommandations concernant les dispositifs expérimentaux.

La visites des sites de Dindéresso, Gonsé et Djibo ont permis de statuer sur les aspects suivants :

- * Les différents essais, espèces, provenances, descendance ou sur l'analyse des différents traitements pour :

- + les espèces à bois d'œuvre et de services (*Eucalyptus camaldulensis*, *Gmelina arborea*, *Khaya senegalensis* et *Anogeissus leiocarpus*),
- + les espèces fruitières (*Ziziphus mauritiana*, *Sclerocarya birrea*, *Tamarindus indica*, *Adansonia digitata* et *Parkia biglobosa*)
- + les espèces agroforestières (*Acacia senegal*, *Acacia nilotica* et *Faidherbia albida*),

- * Les caractères mesurés (phénologie, morphologie, taux de survie ou vigueur),

- * L'évolution du programme pour chacune des espèces et les possibilités de mise en place de nouveaux essais.

Les points forts qui ressortent de ces visites sont au nombre de trois :

- * Concernant *E. camaldulensis*, le Burkina Faso a reçu la plus importante collection végétale (plus de 150 descendance séparées). Actuellement la provenance de Gilbert River (3 essais sur environ 3 hectares) présente des caractéristiques de croissance et de forme exceptionnelle. Tout autour de cette parcelle, les populations riveraines ont largement entamé et exploité les essais d'*Eucalyptus* (plus de 10 ha) et commencent à couper des arbres dans cette parcelle. Pour préserver cette ressource génétique inestimable et faire profiter le monde rural des fruits de la recherche, il est proposé de rétrocéder cette parcelle au Centre National de Semences Forestières (CNSF) qui pourra la transformer en peuplement semencier. Afin de ne pas perdre plus de 25 ans de recherches, une partie des graines récoltées par le CNSF

devront être soit plantées en parcelles semencières, vergers de production ou tests de descendance par l'INERA/DPF, soit conservées en chambre froide.

* Concernant *F. albida*, la collection plantée depuis 1985 est la plus riche d'Afrique avec d'excellents dispositifs statistiques. Les essais présentent en général de fortes mortalités et des croissances faibles ; par ailleurs, on observe de fortes variabilités inter et intra provenances. L'espèce nécessite également une sylviculture appropriée qui n'a pas toujours été appliquée dans ces essais. Compte tenu de ces observations, nous proposons d'étudier la variabilité génétique de cette espèce en utilisant d'autres outils (notamment la biologie moléculaire) et d'étendre cette étude dans les parcs agroforestiers bien connus au Burkina Faso.

* Concernant *K. senegalensis*, l'espèce présente des potentialités intéressantes dans les stations de Dindéresso et de Gonsé. L'accent devrait être mis sur la tolérance de certaines provenances aux attaques des borers. Un travail de recherches sur les Méliacées dans le cadre de l'évaluation et la conservation des ressources génétiques pourrait permettre à l'INERA/DPF de devenir chef de file dans un réseau sous-régional.

6.2.2. Recommandations concernant le laboratoire de biologie moléculaire.

Les rencontres avec les différents laboratoires de l'INERA/DPV, l'INERA/DPF, le CIRDES et du CNSF ont montré qu'il existe déjà au Burkina Faso, des laboratoires utilisant des techniques modernes d'étude de la variabilité génétique. Les outils utilisés et les équipements sont identiques aux laboratoires européens (PCR, PCR ciblée, RFLP, microsatellites, électrophorèse). Les visites sur le terrain et les discussions avec les différents partenaires font ressortir dans le domaine forestier, un grand besoin d'analyses complémentaires à l'aide des outils moléculaires. Deux points forts ressortent :

* L'intégration du département IN.E.R.A./DPF dans un des laboratoires de l'INERA/DPV ou l'INERA/GRNSP, lesquels sont situés à Kamboinsé, permettrait de fédérer des projets multidisciplinaires. Le département pourrait aussi travailler au CIRDES à Bobo-Dioulasso puisqu'il existe déjà un accord-cadre entre les deux structures. L'équipement d'un laboratoire commun pourrait être plus facilement financé et serait mieux rentabilisé. De plus, de nombreux stagiaires de l'IN.E.R.A. ont été formés ou sont actuellement en formation dans ce domaine ; ils pourront ainsi constituer un noyau de chercheurs complémentaires et compétents, formant une masse critique indispensable dans ce type de laboratoires.

* Les forestiers ont leur place dans ce laboratoire. Ils peuvent développer des recherches sur les thématiques suivantes : description de la variabilité naturelle dans les parcs agroforestiers, évolution de cette variabilité dans les populations d'amélioration, réalisation d'empreintes génétiques, sélection assistée par marqueurs (par exemples pour la résistance aux borers chez *Khaya senegalensis*, la résistance aux parasites des fruits de *Ziziphus mauritiana*, la résistance à la sécheresse chez l'*Eucalyptus camaldulensis* ou chez *Balanites aegyptiaca*). Actuellement les bailleurs de fonds sont très sensibles aux recherches appliquées à la conservation des ressources phytogénétiques, il devrait donc être relativement facile de monter des projets multidisciplinaires. De plus, dans le département DPF, il existe déjà un chercheur formé à ces techniques (B. O. Diallo). Il est également envisagé d'envoyer madame Somé/Dao M. en formation dans ce domaine.

6.2.3. Recommandations sur les synthèses de connaissances des espèces.

Les connaissances accumulées depuis le début des conventions FAC vont permettre de produire des synthèses originales pour toutes les espèces du programme d'amélioration génétique de l'IN.E.R.A./DPF. Les connaissances portent non seulement sur l'adaptation et la vigueur des provenances mais également sur de nouveaux caractères originaux comme la phénologie ou l'architecture. Ces synthèses devraient aboutir à proposer de nombreux articles dans des revues internationales qui serviront à mettre en valeur les recherches de l'IN.E.R.A./DPF. Le CIRAD-Forêt est prêt à apporter un soutien fort au programme de recherches de l'IN.E.R.A./DPF en participant à l'élaboration de projets, par l'appui scientifique pour les espèces relevant de son champ d'action et par l'accueil de stagiaires Burkinabè.

6.2.4. Perspectives pour la suite du projet FAC 94/CD/78/BKA.

Compte tenu de l'importance des espèces étudiées et de l'investissement humain et financier réalisé, il est regrettable de constater que le transfert du matériel végétal amélioré de la recherche vers le développement n'a pas toujours été réalisé. Le CNSF commercialise actuellement du matériel végétal bien identifié mais peu (ou pas) de matériel amélioré.

La plupart des essais ont atteint une maturité qui permet d'envisager des sélections efficaces. Cette partie reste à faire dans les prochaines années. La poursuite de ce projet pourrait donc s'orienter en mettant l'accent sur le transfert des variétés produites vers le monde rural à travers les structures nationales existantes (MEE, CNSF). Il peut également être envisagé la plantation de nouveaux dispositifs par la recherche (tests de descendance, création de vergers à graines...).

La formation des chercheurs et les investissements prévisibles devraient faciliter le transfert du Nord vers le Sud des technologies modernes.

6.3. Animation intra-département IN.E.R.A./DPF.

L'assistante technique a apporté un appui à différents chercheurs du département sur des aspects statistiques et plans d'expérimentation :

Noms des chercheurs et Institut d'origine	Types d'intervention
DIALLO B. O., Doctorant à l'Université. Montpellier II	Traitement statistique de données sur le tamarin
Mme KY Dembélé C., INERA/DPF	Initiation à l'utilisation de SAS
DIBLONI O. et KY Dembélé C., INERA/DPF	Discussion et proposition d'un protocole de mise en place d'un essai de densité de plantation en milieu paysans
PALLO François, INERA/DPF	Conseils dans le traitement de données statistiques
OUEDRAOGO Sibiri Jean, INERA/DPF	Elaboration du dispositif expérimental d'un essai de descendance de karité à Gonsé au bénéfice de l'ICRAF

En plus de ces activités ci-dessus citées, l'assistante technique a participé en avril 1999 à Ouagadougou à la journée de concertation des décideurs nationaux sur l'avant-projet de programme d'action national de lutte contre la désertification au Burkina.

7. ACTIVITES AUTRES.

7.1. Création de la base de données Amélioration Génétique des Ligneux.

L'amélioration génétique des espèces ligneuses soudano-sahéliennes a débuté ses activités depuis les années soixante, d'abord avec le CTFT, puis l'IRBET et les activités suivent leur cours actuellement avec le INERA/DPF. A ce titre, plusieurs dispositifs ont été mis en place. Certains de ces dispositifs sont arrivés à leur terme, d'autres ont été abandonnés et le reste est toujours en cours de suivi.

Ces nombreux essais font l'objet d'une grande quantité de données et d'informations. Divers supports ont servi jusqu'ici à la conservation des données et informations sur les dispositifs (fiches de mesure, disquettes ou disque dur). Les informations sur support informatique ont été stockées sous différents logiciels parfois incompatibles entre eux. Cette hétérogénéité du stockage des renseignements a pour conséquence un accès difficile ou parfois la perte de ces informations.

L'amélioration génétique nécessite des activités s'étalant sur de nombreuses années. Les responsables des dispositifs sont souvent amenés à être changés du fait de la durée de suivi des essais. Il s'avérerait nécessaire de mettre en place une base d'information sur l'ensemble des activités de l'amélioration génétique pour assurer non seulement une continuité efficace mais aussi pour permettre un accès facile aux différentes données et une exploitation plus aisée. C'est dans ce cadre que la base de données de l'amélioration génétique a été mise au point avec l'appui du CIRAD-Forêt (Mission de formation de M Ph. NARBONI). Dans les lignes qui suivent, il est fait une présentation de la base de données et de son état de réalisation actuel.

7.1.1. Description de la base.

Le logiciel utilisé pour l'élaboration de la base de données est un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) appelé FoxPro version 2.6. Ce logiciel permet :

- de centraliser l'information,
- d'assurer l'indépendance des données et des traitements,
- d'assurer des liaisons entre ensembles de données,
- d'assurer l'intégrité, la sécurité, et la confidentialité des données.
- grâce au langage SQL (Structure Query Language) de faire des interrogations de la base pour une extraction de données.

La base a été réalisée selon la méthode MERISE qui va de la définition de la structure des données (analyse des objectifs et de la documentation) à la réalisation du Modèle Physique des Données (MPD) en passant par le Modèle Conceptuel de Données (MCD). La définition de la structure des données aboutit à la formation des différentes entités de données. Les associations entre ces entités sont établies dans le modèle conceptuel de données (Figure 16). Le modèle physique de données consiste à installer les entités de données sous forme de tables sur le logiciel et d'établir les différentes relations entre les tables.

La base de données Amélioration Génétique des Ligneux porte sur 61 essais et sur 19 espèces, installés dans 3 sites. Elle comprend neuf tables (Arbre.dbf, Essai.dbf, Mesure.dbf, Traite.dbf, Site.dbf, Espece.dbf, Conformi.dbf, Architec.dbf, Ramif.dbf). Les caractéristiques de ces différentes tables sont données dans le dictionnaire des données (Tableau 43).

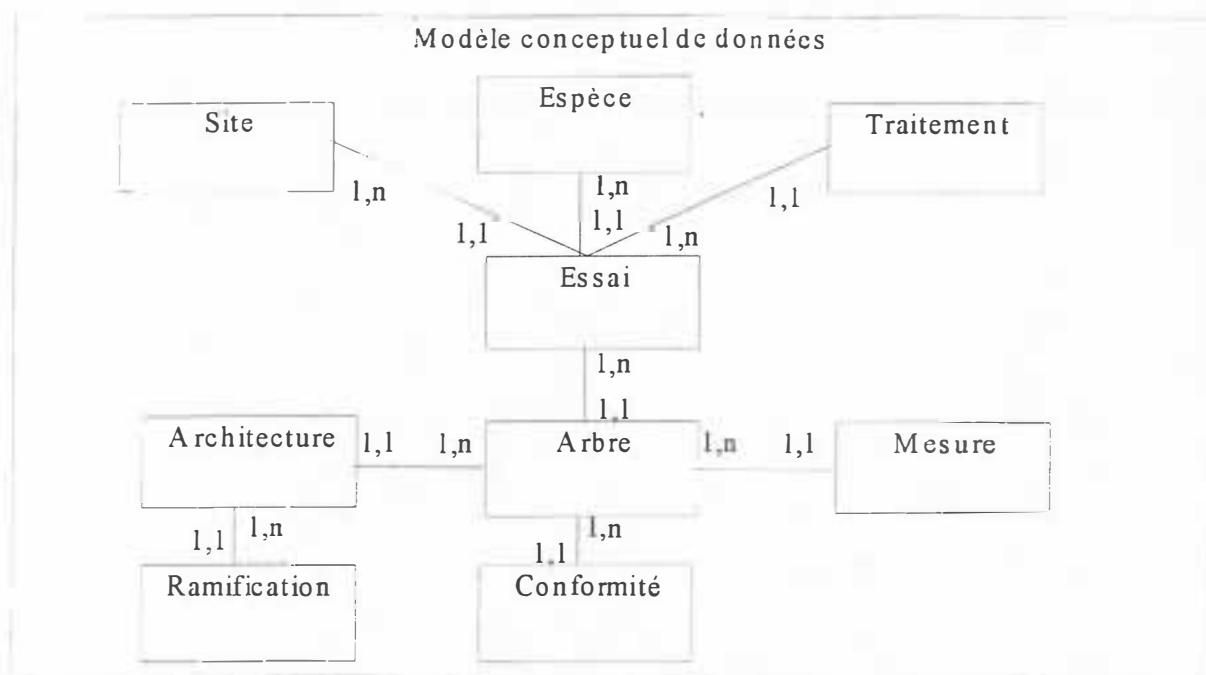


Figure 16 : Modèle conceptuel de données de la base «Amélioration Génétique des Ligneux».

Les données sont de trois types, à savoir les mesures classiques (hauteur et diamètre), les mesures de la conformité du fût et les mesures de l'architecture. Les données de chaque type sont stockées dans une ou deux tables :

- les mesures classiques dans la table Mesure.dbf,
- les mesures de la conformité dans la table Conformi.dbf
- les mesures de l'architecture dans les tables Architec.dbf et Ramif.dbf

Les autres tables contiennent les informations relatives à ces données. Les liaisons entre les tables sont établies grâce à certains champs tels que le code du site (Idsite), le code de l'essai (Idessai), le numéro de l'arbre (Narbre), le numéro du traitement (Ntraite), ...

Pour chacune des tables, il est créé un écran de saisie et un écran de consultation. Ces écrans peuvent être appelés directement sur la barre du menu système par les options Saisie et Consultation. Une recherche spécifique à une table peut être faite à partir de ce menu par l'option Recherche.

7.1.2. Etat d'avancement de la base de données.

Les données ont d'abord été récupérées ou saisies sous le tableur Excel 4.00. Une harmonisation des données suivant les années de mesure a été nécessaire (transformation des circonférences en diamètres ou la conversion des mesures en mètre et en centimètre selon le type de mesure).

Les données ont ensuite été exportées vers la base de données en adaptant leur présentation à celle d'une base de données :

Champ 1	Champ 2	Date
Mesure 11	Mesure 21	Date 1
Mesure 12	Mesure 22	Date 2
Mesure 13	Mesure 23	Date 3

Toutes les tables de la base ont été créées et leur structuration faite. Les tables Essai.dbf, Espece.dbf et Site.dbf sont complètes. Les tables de données sont à remplir progressivement en fonction de la disponibilité de données. La table Arbre.dbf est incomplète car pour certains essais les données sont soit manquantes ou sont sur des fichiers sur un ordinateur portable en panne. Le tableau 45 donne l'état de réalisation des tables.

Tableau 44 : Dictionnaire des données de la Base Amélioration Génétique des Ligneux Soudano-Sahéliens.

Table	N°	Champ	Type	Taille	Contenu	Observation
Arbre	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Deux premières lettres du site + deux derniers chiffres de l'année de plantation + deux chiffres comme numéro de l'essai. Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Narbre	Numérique	4	Numéro de l'arbre	Numérotation par essai. Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Narbrearch	Numérique	3	Numéro de l'arbre dans l'étude de l'architecture	Numérotation par essai. Champ servant à faire les liaisons entre tables
	4	Ntraite	Numérique	3	Numéro du traitement	Numérotation par essai. Champ servant à faire les liaisons entre tables
	5	Bloc	Numérique	2	Numéro du bloc	Numérotation par essai
	6	Xp	Numérique	2	Coordonné en X du plateau	Repérage du plateau dans l'essai
	7	Yp	Numérique	2	Coordonné en Y du plateau	Repérage du plateau dans l'essai
	8	Xa	Numérique	2	Coordonné en X de l'arbre	Repérage de l'arbre dans le plateau
	9	Ya	Numérique	2	Coordonné en Y de l'arbre	Repérage de l'arbre dans le plateau
	10	Etat	Caractère	10	Etat de l'arbre	Vivant, Mort, Rejet ou coupé
	11	Datamort	Numérique	4	Année de mort de l'arbre	-
Mesure	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Ntraite	Numérique	3	Numéro du traitement	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Narbre	Numérique	4	Numéro de l'arbre	Champ servant à faire les liaisons entre tables

Table	N°	Champ	Type	Taille	Contenu	Observation
	4	Date	Numérique	4	Date des mesures	Année de mesure en 4 chiffres
	5	Hauteur	Numérique	4	Hauteur de l'arbre	Mesure En centimètre
	6	Diametre	Numérique	4	Diamètre de l'arbre	Mesure En metrem
Essai	1	Idsite	Caractère	2	Code du site	Deux premières lettres du site. Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	C_esp	Numérique	2	Numéro de l'espèce	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	4	Dispo	Caractère	30	Type de dispositif	Ex : BCR, BIE,
	5	Repetition	Numérique	3	Nombre de répétitions	-
	6	Parcelleu	Caractère	30	Parcelle unitaire	Placeau, monoarbe...
	7	Ecarte	Caractère	3	Ecartement de plantation	En mètre
	8	Nbtraite	Numérique	2	Nombre de traitements	-
	9	Dateplant	Caractère	20	Date de plantation	Souvent plusieurs jours de plantation
	10	Themel	Caractère	50	Thème de recherche principal	-
	11	Theme2	Caractère	50	Thème de recherche secondaire	-
	12	Theme3	Caractère	50	Autre thème de recherche	-
Traite	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Ntraite	Numérique	3	Numéro du traitement	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Theme	Caractère	15	Thème de l'essai	Provenance, Descendance, Clone
	4	Traite	Caractère	25	Nom du traitement	Localité (Pays)
	5	Lot	Caractère	10	Code du lot de semences	Code alphanumérique
Site	1	Idsite	Caractère	2	Code du site	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Lib_statio	Caractère	25	Nom du site	-
	3	Latitude_d	Numérique	2	Degrés de la latitude	-
	4	Latitude_m	Numérique	2	Minutes de la latitude	-
	5	Latitude_n	Caractère	1	Latitude Nord	-
	6	Longitude	Numérique	3	Degrés de la longitude	-
	7	Longitude2	Numérique	2	Minutes de la longitude	-
	8	Longitude3	Caractère	1	Longitude Ouest	-
	9	Climats	Caractère	20	Type de climat	Zone climatique
	10	Pluies	Numérique	4	Pluviométrie	-
	11	Temp_min	Numérique	2	Température minimum	-
	12	Temp_max	Numérique	2	Température maximum	-
	13	Temp_moy	Numérique	2	Température moyenne	-
	14	Dist_meteo	Numérique	3	Distance à la station météo la plus proche	-
	15	Altitude	Numérique	4	Altitude	-
Espece	1	C_esp	Numérique	2	Numéro de l'espèce	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Nomesp	Caractère	30	Nom systématique	-
	3	Nomver	Caractère	50	Nom(s) en langues africaines	-
	4	Synom	Caractère	30	Synonyme botanique	-
	5	Usages	Mémoire	10	Principales usages traditionnelles	-
Conformi	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Ntruite	Numérique	3	Numéro du traitement	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Narbre	Numérique	4	Numéro de l'arbre	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	4	Date	Numérique	4	Date de mesure	-

Table	N°	Champ	Type	Taille	Contenu	Observation
	5	Cir0m30	Numérique	4	Circonférence à 0m30	En centimètre
	6	Cir1m30	Numérique	4	Circonférence à 1m30	En centimètre
	7	Cir2m00	Numérique	4	Circonférence à 2m30	En centimètre
	8	Haubranche	Numérique	4	Hauteur de la première branche	En centimètre
		Hautfourche	Numérique	4	Hauteur de la première fourche	En centimètre
		Rectitude	Numérique	4	Estimation de la rectitude du tronc	Code de 1 à 5 du plus droit au plus tordu
Architec	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Narbre	Numérique	4	Numéro de l'arbre	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Narbrearch	Numérique	3	Numéro de l'arbre dans l'étude de l'architecture	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	4	Responsabl	Caractère	10	Nom du responsable des mesures	-
	5	Date	Date	8	Date de mesure	-
	6	Nbtronc	Numérique	1	Nombre de tronc	-
	7	Cirtronc	Numérique	2	Circonférence à la base du tronc	En centimètre
	8	Longtronc	Numérique	3	Longueur du tronc	En centimètre
	9	Nscanopee	Numérique	3	Diamètre nord-sud de la canopée	En centimètre
	10	Eocanopee	Numérique	3	Diamètre est-ouest de la canopée	En centimètre
	11	Haucanopee	Numérique	3	Hauteur de la canopée	En centimètre
Ramif	1	Idessai	Caractère	6	Code de l'essai	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	2	Narbre	Numérique	4	Numéro de l'arbre	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	3	Narbrearch	Numérique	3	Numéro de l'arbre dans l'étude de l'architecture	Champ servant à faire les liaisons entre tables
	4	N1	Numérique	2	Numéro de la ramification primaire	Premier chiffre d'un code à trois chiffres
	5	N2	Numérique	2	Numéro de la ramification secondaire	Deuxième chiffre d'un code à trois chiffres
	6	N3	Numérique	2	Numéro de la ramification tertiaire	Troisième chiffre d'un code à trois chiffres
	7	Longtotal	Numérique	3	Longueur de la ramification	En centimètre
	8	Diamgb	Numérique	2	Diamètre de la ramification à son point d'insertion	En centimètre
	9	Dircard	Caractère	3	Orientation cardinale de la ramification	Ex: E ou SE ou SSE
	10	Verti	Verticalité	2	Angle de la ramification par rapport à la verticale	En degré centigrade
	11	Anglei	Numérique	2	Angle d'insertion	En degré centigrade
	12	Nramif	Numérique	2	Nombre de ramifications-filles	-
	13	Longsucc	Numérique	3	Distance à la ramification précédente	En centimètre

Tableau 45 : Etat d'avancement des tables

Nom de la table	Nombre prévu d'enregistrements	Nombre actuel d'enregistrements	Observations
Arbrc.dbf	34 843	30 487	Reste à compléter
Essai.dbf	61	61	Table complète
Mesure.dbf	Table à mettre à jour	64 668	Reste à compléter
Traite.dbf	797	698	Reste à compléter
Espece.dbf	19	19	Table complète
Site.dbf	3	3	Table complète
Conformi.dbf	Table à mettre à jour	3 790	Reste à compléter
Architec.dbf	Table à mettre à jour	36	Reste à compléter
Ramif.dbf	Table à mettre à jour	9	Reste à compléter

7.2. Réorganisation des activités en Amélioration Génétique des Ligneux.

Une réflexion a été menée au sein de l'équipe Amélioration Génétique dans la perspective de réorganiser les activités à venir. Cette réflexion a porté sur deux aspects : les activités à envisager et les ressources humaines requises.

7.2.1. Les activités envisagées.

7.2.1.1. Introduction de matériel végétal et vulgarisation de matériel amélioré.

L'introduction et le criblage variétal plus systématiques des fruitiers ayant déjà fait l'objet d'amélioration génétique dans d'autres pays (*Ziziphus mauritiana* et *Tamarindus indica* en Inde, *S. birrea* en Israël) et leur multiplication par greffage ou bouturage permettraient un gain de temps appréciable par rapport à une stratégie reposant sur des ressources à base génétique large.

Dans un deuxième temps, un programme à long terme basé sur l'hybridation entre le matériel introduit et le matériel local et sur la sélection de descendance cumulant à la fois performance et rusticité, pourra être mis en place. Ces activités gagneraient à être menées en association avec d'autres spécialités du département DPF/IN.E.R.A. (Association symbiotique et Sylviculture /Agroforesterie, dans l'optique d'une recherche filière) et d'autres partenaires (CNSF et MEE pour l'installation de parcelles expérimentales ou de démonstration par exemple dans l'optique de faciliter la vulgarisation des résultats à venir).

Il serait souhaitable de s'investir dans la promotion des résultats déjà acquis au niveau du matériel végétal amélioré (*E. camaldulensis*, *Z. mauritiana*, *A. albida*) ; celle-ci doit être réalisée en partenariat avec des structures compétentes (MEE et CNSF). Mais la forme de ce partenariat reste à définir.

7.2.1.2. Etude de la diversité génétique et gestion durable des ressources génétiques.

Devant la nécessité urgente de préserver les ressources génétiques qui sont menacées dans tout leur écosystème naturel du fait des pressions humaines et climatiques, il peut être

envisagé la mise en place d'une nouvelle stratégie, laquelle serait davantage basée sur les formations naturelles, en utilisant des outils de marquage moléculaire qui sont moins, voire non sensibles aux effets du milieu. Ces outils permettent en outre d'obtenir des résultats quasi immédiats, comparés aux dispositifs classiques en station (dont le coût prohibitif est incompatible avec l'exhaustivité), de diagnostiquer de manière plus fine les risques d'érosion génétique et d'envisager en conséquence une stratégie de gestion aussi adaptée que possible : *in situ* ou *ex situ*, effectifs efficaces à maintenir ou à atteindre en fonction des paramètres génétiques tels que les flux de gènes, le taux d'auto ou d'allofécondation, les facteurs prépondérants de la pollinisation (anémophilie/entomophilie, fréquences des pollinisateurs et des espèces végétales associées, distance moyenne de dissémination de pollen, ...).

7.2.1.3. Organisation des ressources humaines et des thèmes de recherche.

Une spécialisation plus marquée des chercheurs au sein de l'équipe Amélioration Génétique permettrait une plus grande transparence vis-à-vis des partenaires internes et externes, nationaux et internationaux. Chaque chercheur pourra espérer atteindre plus aisément une certaine excellence scientifique. De plus, cette clarification va sans doute faciliter la recherche de financement sur des activités bien ciblées et proches des préoccupations actuelles tant des communautés scientifiques que du grand public.

D'autre part, l'introduction de la notion d'« espèces modèles » et de « filières », permettraient de mieux hiérarchiser les thèmes et les activités ; le choix des modèles et des filières doit prendre en compte les différents usages exprimés (espèces à bois, fruitiers, espèces à usages multiples) et du caractère prioritaire ou non des espèces dans le contexte général ou national. Ainsi, les filières karité et gomme arabique sont deux exemples de filières porteurs à l'heure actuelle. Cela permettrait à chaque chercheur de s'inscrire dans une dynamique thématique et s'investir sur des thèmes suffisamment circonscrits afin de pouvoir approfondir ses recherches.

7.2.2. Besoins en ressources humaines, en formation et en recrutement.

7.2.2.1. Besoins en ressources humaines :

Compte tenu de ce qui précède, nous proposons que la masse critique des chercheurs soit de trois personnes à plein temps, conformément au Plan Stratégique et avec les compétences suivantes

- * Conception et conduite d'expérimentations en milieu contrôlé, notamment l'introduction et de criblage variétal, la conservation *ex situ*, sous forme de champs conservatoires des ressources génétiques et/ou de banques de semences (en partenariat interne avec le futur laboratoire de diversité génétique et en partenariat externe avec le CNSF et d'autres structures internationales).

- * Maîtrise des outils moléculaires et de leur utilisation dans l'aménagement et la gestion des ressources génétiques dans les formations naturelles (conservation *in situ*) ou dans les conservatoires artificiels (conservation *ex situ*).

- * Maîtrise de la dynamique des populations, qui comporte elle-même deux aspects : la génétique des populations et la biologie de la reproduction (phénologie, interactions avec les

communautés végétales et les pollinisateurs associés, pollinisation artificielle,...). En effet, la maîtrise de la reproduction sexuée des espèces est nécessaire dans le cadre d'un programme d'hybridation et de sélection à long terme.

7.2.2.2. Besoins en formation et en recrutement

Compte tenu des futurs besoins du programme, il est nécessaire d'envisager une formation de niveau DEA puis de thèse pour l'ingénieur titulaire, Mme SOME/DAO, sur l'aspect dynamique des populations. Le départ en formation de Mme SOME/DAO doit être compensée par le retour de M. B. O. DIALLO.

Un recrutement doit également être envisagé en remplacement de l'actuel ingénieur contractuel du FAC. Ce recrutement permettrait de maintenir la présence et la capacité de l'équipe afin d'assurer la pérennité des dispositifs actuels et la mise en place et la gestion d'essais ou de conservatoires.

8. RESSOURCES HUMAINES ET MATERIELLES.

Les ressources humaines n'ont pas changé par rapport à l'année précédente. Les moyens matériels se sont en revanche étoffés par l'acquisition d'un nouvel équipement informatique.

8.1. Ressources humaines.

Le personnel comprend deux catégories : le personnel permanent et le personnel contractuel dont les contrats vont prendre fin dans les prochains mois.

8.1.1. Personnel permanent sur Budget National.

- Un Ingénieur-chercheur, Mme SOME Madjelia, détaché du corps des enseignants par le Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique et Technologique (C.N.R.S.T.) auprès du Département des Productions Forestières de l'Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles (IN.E.R.A.), depuis le 13 novembre 1997.
- Un Ingénieur-stagiaire, M. DIALLO Boukary Ousmane, du Département des Productions Forestières de l'IN.E.R.A., est actuellement en formation, au CIRAD-Fôet à Montpellier, pour préparer une thèse par alternance sur le thème de la diversité et de la biologie de la reproduction du tamarinier. Le retour est prévue en décembre 1999.

8.1.2. Personnel contractuel sur la Convention FAC.

- Un Ingénieur formé à l'Institut du Développement Rural, M. SANOU Josias, qui a pris service le 05 janvier 1998. L'ingénieur a été affecté à Bobo-Dioulasso depuis octobre 1998. Le contrat prendra fin à la fin de l'année 1999.
- Un Assistant Technique Direct, Mme CAO Tuong-Vi, ingénieur agronome et ayant préparé une thèse de doctorat de l'Institut National Agronomique de Paris-Grignon. Date d'entrée en service : le 06 mars 1997. L'assistant est affecté à Ouagadougou. Le contrat prendra fin en mars 2000.

- Un chauffeur, OUEDRAOGO Rasmané, entré en service depuis le 13 octobre 1997. Il est affecté à Ouagadougou. Le contrat prendra fin en octobre 1999.

8.1.3. Personnel permanent basé en station.

Le programme d'amélioration génétique bénéficie d'un personnel technique permanent ayant la charge de la surveillance et de l'exécution des tâches sur les trois sites :

- Forêt classée de Dindéresso : un technicien et deux permanents,
- Forêt classée de Gonsé : un technicien et un permanent,
- Parcelle expérimentale de Djibo : un gardien

8.2. Moyens matériels.

8.2.1. Les véhicules.

Le projet bénéficie de deux véhicules, dont un 4 x 4 double cabine (immatriculé sous le numéro 11 A 3401 IT BF) affecté à Ouagadougou et une moto de 125 cm³ (11 E 4087 IT BF) affectée à Bobo-Dioulasso. Les deux véhicules sont en service depuis le 06 avril 1998.

8.2.2. L'équipement informatique.

Le nouvel équipement informatique est composé d'un ordinateur de bureau, d'une imprimante, d'un onduleur et d'un système de stockage de données externe. Cet équipement est à la disposition de l'équipe depuis le 1^{er} décembre 1998. L'équipe Amélioration génétique dispose par ailleurs

- D'un ordinateur portable Toshiba modèle T2130CS et une imprimante modèle HP Deskjet 340 (n° CIR2420), affectés par le CIRAD-Forêt au stagiaire en formation à Montpellier et
- D'un ordinateur de bureau acquis sur une bourse FIS et actuellement affecté à Bobo-Dioulasso, pour être à la disposition de M. J. Sanou.

9. BUDGET PREVISIONNEL DE LA PROCHAINE TRANCHE.

Le budget prévisionnel pour la troisième et dernière tranche est donné dans le tableau 46, ainsi que l'état des dépenses jusqu'à la fin de la deuxième tranche.

Tableau 46 : Prévisions des crédits d'volet 1 du projet FAC n° 94/CD/78/BKA.

Libellé	Montant total (FF)	Dépenses effectuées (FF)	Reste disponible (FF)	Prévisions en FF pour (*)	
				Fin 1999	Année 2000
Transferts au C.N.R.S.T.	410 000	331 071	78 929	74 000	64 000
Fournitures/consumables	35 000	2 545	32 455	10 000	10 000
Formation	60 000	8 830	51 170	51 170	0
Autres services extérieurs	80 000	1 909	78 091	15 215	15 000
Autres	15 000	11 940	3 060	2 160	2 160
TOTAUX	600 000	356 295	243 705	152 545	91 160

(*) Ces prévisions concernent le deuxième semestre de 1999 et l'année 2000. Les prévisions ne tiennent pas compte d'éventuels reliquats ou déficits de la deuxième tranche.

Le tableau 47 donne quant à lui le détail concernant les prévisions au niveau du CNRST seul. Ce budget est surtout dicté par la nécessité de reconduire les contrats de l'ingénieur d'une part, afin de finaliser la base de données Amélioration Génétique des Ligneux, les synthèses par espèce et les articles, du chauffeur et de la main-d'œuvre temporaire d'autre part, afin de pouvoir poursuivre les activités sur le terrain (évaluation de la production fruitière, suivi phénologique, mesure des caractères architecturaux).

Tableau 47 : Tableau 2 : Prévisions des dépenses du volet 1 au niveau du CNRST.

Libellé	Prévisions de la fin de 1999		Prévisions pour l'année 2000	
Transferts au (CNRST)	Salaire du personnel contractuel	24 000	Salaire du personnel contractuel	24 000
	Main-d'œuvre temporaire (entretien parcelles, gardiennage, frais laboratoire)	20 000	Main-d'œuvre temporaire (entretien parcelles, gardiennage, frais laboratoire)	20 000
	Entretien/réparation véhicules	5 000	Entretien/réparation véhicules	5 000
	Per diem	10 000	Per diem	5 000
	Carburant	10 000	Carburant	5 000
	Fournitures/consommables	5 000	Fournitures/consommables	5 000
	Total CNRST	74 000	Total CNRST	64 000

CONCLUSION ET PERSPECTIVES.

Ce document fait le bilan des activités menées dans la deuxième année du projet FAC 94/CD/78/BKA. L'équipe s'est beaucoup investie dans la finalisation des travaux de terrain, notamment dans le domaine de l'architecture de l'arbre, la production de fruits et de gomme, la phénologie et l'inventaire des dispositifs. Certains résultats ont été analysés et discutés en fonction des données antérieures et présentés dans ce document.

Tests d'adaptation :

Concernant l'aspect adaptation et vigueur de croissance, l'analyse sur quatre espèces (*A. senegal*, *A. nilotica*, *A. digitata*, *Z. mauritiana*) laisse penser que les provenances locales et sous-régionales ont un avantage adaptatif incontestable par rapport aux provenances exotiques. Cependant, certains matériels exotiques peuvent avoir une bonne croissance à l'âge adulte mais l'installation des plants peut être plus difficile que pour du matériel local (survie moins bonne, faible capacité à rejeter et croissance initiale lente chez les *A. nilotica* indiens par exemple).

Le classement des provenances peut se stabiliser assez rapidement comme dans l'essai *A. senegal*. Il peut également évoluer dans un sens ou l'autre selon les caractères considérés. Tel est le cas de la croissance en hauteur et en diamètre chez *Adansonia digitata*. Même si les corrélations phénotypiques montrent des valeurs moyennes et positives, les corrélations génotypiques sont négatives et même plus élevées en valeurs absolues. Cela traduit d'une part, l'antagonisme entre les deux types de croissance en conditions de ressources limitées et d'autre part, des différences de stratégie dans l'allocation de ces ressources aux diverses fonctions vitales de la plante. Certains matériels investissent dans la croissance en hauteur dès leur plus jeune âge (pour surmonter la concurrence herbacée par exemple) alors que d'autres vont développer d'abord leur système racinaire (afin de pouvoir résister aux saisons sèches à venir).

C'est pourquoi en matière d'amélioration génétique, les provenances sont testées autant que possible dans au moins deux stations aux conditions écologiques contrastées, dans lesquelles les provenances peuvent être potentiellement plantées. Pour *Ziziphus mauritiana* par exemple, ce ne sont pas les mêmes provenances qui ont les meilleures performances à Gonsé et à Djibo. Ainsi, la provenance Bandia du Sénégal se comporte très bien à Gonsé mais est classée dernière sur les quatre provenances présentes dans les deux stations.

Suivi phénologique des espèces locales

Les résultats présentés concernent *Ziziphus mauritiana* seul. Les observations ont été faites à Gonsé et à Djibo. L'analyse des données de Djibo n'a pas permis de mettre en évidence des différences entre les provenances. A Gonsé, les données de floraison et de fructification permettent en revanche de bien discriminer les provenances. On distingue deux groupes. Le groupe composé de Bandia, Keur Yora et Lery fleurit et fructifie avec une forte intensité. Le groupe Nagathakolla, Falagountou et Dafiré fleurit et fructifie moins intensément. Concernant le stade fruits matures, peu de rameaux portent des fruits matures par rapport aux rameaux en floraison et en fructification. Paradoxalement, c'est dans les provenances du groupe ayant peu fleuri et fructifié que l'on trouve les plus grands pourcentages de fruits matures. Comme si ces provenances avaient mieux réparties leurs ressources aux différentes fonctions. A ce stade des observations (moins d'un cycle complet), on ne peut conclure à des différences de précocité.

Des difficultés d'appréciation de certains stades ont été constatées, dues à plusieurs causes : la petite taille des organes concernés (fleurs et fruits), la confusion entre les stades (fin fructification et absence de fructification), le manque d'expérience de l'observateur (à Djibo).

L'architecture de l'arbre :

Chez *Adansonia digitata*, il existe des différences entre provenances dans la structure spatiale des rameaux primaires, secondaires et tertiaires. On s'attend à ce que cela se traduise par des différences au niveau de la production foliaire car ces rameaux n'explorent pas l'espace de la même façon. Il existe par ailleurs de petites ramifications poussant directement au niveau du tronc (en particulier dans la partie basse des très grands arbres) et dont le fonctionnement semble très différent des autres branches primaires. Elles ont des dimensions modestes, sont plus feuillées comparativement à leurs dimensions et sont surtout caractérisées par une insertion lâche au niveau du tronc. A la fin de la saison après que les feuilles soient tombées, elles peuvent sécher et se détacher de l'arbre. Certains arbres semblent posséder davantage de ramifications de ce type que d'autres. Il serait intéressant de savoir si la propension à produire de tels rameaux est liée au fond génétique des provenances, à la taille des arbres ou à d'autres facteurs.

Evaluation de la production :

Cette étude a concerné *Ziziphus mauritiana* dont la production fruitière a été évaluée dans deux stations. La station de Gonsé s'est montrée plus discriminante que Djibo. Comme pour la phénologie, l'absence de différence significative entre traitements à Djibo peut s'expliquer en partie par le manque d'expérience du personnel de terrain. Les manipulations lourdes et les matériels de conditionnement pas toujours appropriés ont entraîné des mélanges et des pertes de fruits. Les provenances Falagountou et Dafiré ont produit la plus grande quantité de fruits à Gonsé alors qu'elles ont une vigueur plutôt moyenne et qu'elles ont moins fleuri et fructifié que d'autres provenances dans la même station. On peut mettre en cause l'antagonisme entre les fonctions végétative et reproductrices et entre les différentes fonctions reproductrices entre elles.

Conservation des ressources génétiques :

La mise en place d'une pépinière d'*E. camaldulensis* et l'installation d'un parc à clones à des fins de sauvegarde des ressources génétiques n'ont pas pu être réalisées cette année. Cependant, la récolte des semences en juin et juillet, qui sera complétée par une deuxième récolte l'année prochaine, aura permis de sauvegarder ce matériel végétal de grande valeur génétique, même si du point de vue génétique, la voie des semences (sélection maternelle) ne permet pas de conserver la totalité du potentiel des individus sélectionnés. Un individu ne transmet en effet que la moitié de ses gènes à ses descendants (semences), donc la moitié de sa valeur génétique.

Poursuite des activités :

* La plupart des activités décrites dans le document seront reconduites l'année prochaine, notamment en ce qui concerne la croissance, la phénologie et la production des espèces. En effet, chez les plantes pérennes, il est nécessaire de suivre les arbres sur de nombreuses années du fait de variations interannuelles importantes.

* Il a été prévu un certain nombre d'éclaircies dans les essais (de *Khaya senegalensis*, d'*Anogeissus leiocarpus*, de *Ziziphus mauritiana*). Ces opérations sont reportées à l'année suivante dans la mesure du possible.

* La plus grande partie du temps sera cependant consacrée à la poursuite des analyses de données, à la finalisation des articles et à la rédaction du rapport final.

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1988. *Khaya senegalensis* (Desr.) A. Juss. Bois et Forêts des Tropiques n° 218, 43–56.
- Bastide B. et Diallo B.O., 1994 a. Amélioration des ligneux soudano-sahéliens. Résultats de la campagne de mesure 1992-1993. 85 p.
- Bastide B. et Diallo B.O., 1994 b. Amélioration des ligneux soudano-sahéliens. Résultats de la campagne de mesure 1993-1994. 83 p.
- Bastide B., 1995. Amélioration des ligneux soudano-sahéliens. Résultats de la campagne de mesure 1994-1995. 78 p.
- Billand A., 1988. Stratégie d'amélioration à court terme des sahéliens. 35 p. (Ouagadougou : Institut de Recherche en Biologie et Ecologie Tropicale).
- Billand A. et Diallo B. O., 1991. Amélioration des ligneux Soudano-Sahéliens. Activités 1990-1991, Stratégies et perspectives. 199 p.
- Brunck F. et Fabre J. P., 1974. Contribution à l'étude de l'interaction, conséquences sur la réponse à la sélection. Thèse de Docteur-Ingénieur de l'INA-PG. 131 p.
- Cao T.V., Diallo B. O., Sanou J. et Somé/Dao M., 1998. Rapport d'activité de Mars 1997 à Juin 1998 du projet FAC N° 94/CD/78/BKA. Volet 1 : « Amélioration Génétique des Ligneux Soudano-Sahéliens ».
- Dao M., 1991. Mise au point de méthodologie de suivi des rythmes de croissance dans les essais comparatifs de provenances de trois espèces locales à usages multiples: *Faidherbia albida* (Del) A., *Ziziphus mauritiana* Lam. et *Khaya senegalensis* (Desr) A. Juss. Rapport de stage. 34 p.
- Dao M., 1993. Contribution à l'amélioration génétique d'un fruitier sauvage à usages multiples: *Ziziphus mauritiana* Lam. Mémoire de l'Institut du Développement Rural, Université Ouagadougou. 65 p.
- Diallo B. et Billand A., 1991. Mesures de phénologie dans un essai comparatif de provenances de *Faidherbia albida* (Del) A. au Burkina Faso.
- Dufrène E., 1989. Photosynthèse, consommation en eau et modélisation de la production chez le palmier à huile (*Elaeis guineensis* Jacq.). Thèse de l'Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay. 156 p.
- Gallais A., 1989. Théorie de la sélection en amélioration des plantes. Paris : Masson. (Collection Sciences Agronomiques). 588 p.
- Sawadogo K. G., 1997. La promotion des espèces forestières locales : expériences du Centre national des semences forestières. Rubrique Culture et Société du quotidien Sidwaya du 14 Août 1997.